

recueil et évaluation des données

**sur les pertes de céréales vivrières
causées par les ravageurs et maladies
avant la récolte**

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

M-77

ISBN 92-5-201314-8

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, mise en mémoire dans un système de recherche bibliographique ni transmise sous quelque forme ou par quelque procédé que ce soit: électronique, mécanique, par photocopie ou autre, sans autorisation préalable. Adresser une demande motivée au Directeur de la Division des publications, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Via delle Terme di Caracalla, 00100 Rome (Italie), en indiquant les passages ou illustrations en cause.

© FAO 1983

TABLE DES MATIERES

	<u>Page</u>
AVANT-PROPOS	iii
1. INTRODUCTION	1
2. CONCEPTS, DEFINITIONS ET ENREGISTREMENT DES OBSERVATIONS	2
Ravageurs et maladies	3
Degré de prévalence des ravageurs et des maladies	3
Intensité de l'incidence de la maladie ou de l'infestation par les ravageurs	3
Gravité de l'infection par la maladie ou de l'infestation par les ravageurs	3
Rendement	3
Rendement potentiel	3
Rendement économique	3
Rendement réel	3
Pertes	3
Perte de récolte	4
Perte économique	4
Perte potentielle	4
Perte évitable	4
Relevé des observations	4
3. METHODOLOGIE STATISTIQUE	5
Méthodologie en vigueur	5
Méthode mécanique	5
Méthode chimique	5
Comparaison des rendements obtenus dans des champs présentant des degrés divers d'incidence de ravageurs ou de maladies	5
Comparaison du rendement moyen des plantes exemptes de ravageurs ou de maladies et des plantes infectées ou infestées	5
Importance moyenne des dommages causés par un insecte donné	5
Méthodes biologiques	6
Techniques de mesure de l'incidence des ravageurs et des maladies	6
Plan de sondage pour la collecte des données	6
Taille optimale de la parcelle	6
Rôle des essais en champ dans l'évaluation des pertes de récolte	6
Méthodologie proposée	7
Préparation et exécution des enquêtes destinées à estimer l'incidence de ravageurs et de maladies et les pertes correspondantes de céréales vivrières, notamment dans les pays en développement	8
Organisation des enquêtes	8
Plan de sondage	9
Partage des responsabilités sur le terrain	10
Relevé des observations	11
Matériel destiné au personnel d'exécution	11
Analyse statistique	12
Evaluation de la perte évitable de rendement	15

	<u>Page</u>
Intégration des enquêtes d'estimation de l'incidence des ravageurs et des maladies aux enquêtes agricoles courantes	15
4. ETUDES DE CAS	16
Plan de sondage	16
Techniques de mesure	16
Ravageurs	16
Maladies	17
Analyse statistique	17
Utilité de la subdivision des champs	17
Parcelles fixes ou variables	18
Nombre d'unités-échantillons à retenir à chaque degré du plan de sondage pour obtenir un degré de précision fixé au préalable	18
Résultats	19
Estimation des pertes de rendement et de l'incidence moyenne des ravageurs et des maladies	19
Estimation des pertes évitables de rendement	20
ANNEXE I - Instructions techniques à l'intention du personnel d'exécution (paddy)	23
ANNEXE II - Observations sur les ravageurs et les maladies et mesures de lutte (paddy)	29
II(a) - Programme phytosanitaire de lutte contre les ravageurs et les maladies du paddy dans les champs protégés	54
ANNEXE III - Observations sur les ravageurs et les maladies (autres cultures)	55
ANNEXE IV - Régression	83
ANNEXE V - Tables de pointage	88
ANNEXE VI - Enquête pilote pour estimer l'incidence des ravageurs et des maladies du paddy	92
ANNEXE VII - Analyse des travaux effectués	100
BIBLIOGRAPHIE	116

AVANT-PROPOS

Le but du présent manuel est de servir d'initiation à la méthodologie statistique pour le recueil et l'évaluation des données sur les pertes de céréales vivrières provoquées par les ravageurs et les maladies avant la récolte. Il s'adresse surtout aux pays qui envisagent de lancer des programmes propres à réduire de telles pertes, mais se heurtent à de graves difficultés, faute de données de base. Il sera certainement d'un grand secours pour ceux qui sont chargés de planifier et de mettre en oeuvre des enquêtes d'évaluation des pertes de céréales vivrières causées par les ravageurs et les maladies avant la récolte.

Il a été préparé, à la demande de la FAO, par l'Institut indien de recherche sur les statistiques agricoles, sous la direction technique de M. D. Singh, Directeur, et de M. R.K. Khosla, chercheur principal. Cet institut possède une longue expérience en matière d'élaboration et d'expérimentation de méthodologies statistiques dans le domaine de la recherche et du développement agricoles. Un certain nombre de ses fonctionnaires principaux ont travaillé pour le compte de la FAO à plusieurs projets visant à améliorer les statistiques agricoles dans les pays en développement. Il ne faut cependant pas oublier que les méthodologies proposées dans ce manuel ne le sont qu'à titre d'orientation et doivent être approfondies et adaptées aux conditions propres à chaque pays. La FAO souhaiterait que les différents pays voient, dans la publication du manuel tel qu'il est, une invitation à lui faire part de leurs propres expériences en la matière, notamment du point de vue des méthodologies présentées ici. L'instauration d'un tel dialogue sera en effet fort utilisée pour apporter aux techniques et méthodes de nouveaux perfectionnements dont il serait tenu compte dans les éditions ultérieures.

Leroy Quance
Directeur,
Division de la Statistique

1. INTRODUCTION

1.1 Il est bien connu que les ravageurs et les maladies infligent des pertes substantielles aux cultures partout dans le monde. Or, aucun pays ne dispose vraiment d'estimations fiables et objectives de ces pertes; seules existent des estimations au jugé dont la crédibilité est plus ou moins bonne, selon l'organisme qui les établit.

1.2 Tous les efforts pour accroître la production de céréales vivrières sont vains si lesdites pertes ne sont pas prévenues en temps voulu. Toutefois, pour établir à bon escient un programme de lutte efficace et peu coûteux, il faut avoir des données estimatives sûres concernant les pertes dues aux ravageurs et aux maladies. La possession de telles données a acquis une importance considérable en raison de l'usage croissant d'engrais, de fumier et de pesticides, de l'introduction de variétés à haut rendement, de l'adoption d'installations d'irrigation perfectionnées et de façons culturales améliorées, etc. Pour les planificateurs, dirigeants, administrateurs et spécialistes qui cherchent à accroître le rendement des cultures, les estimations présentent certes un intérêt capital, mais sont davantage une condition préalable à l'exécution de leurs missions respectives avec le maximum d'efficacité. Les résultats obtenus pourraient en outre guider les chercheurs dans la poursuite des améliorations à apporter aux programmes de production végétale et de protection des cultures.

1.3 Le problème a d'autant plus d'acuité pour les pays en développement, dont la production de céréales vivrières par habitant est loin d'atteindre celle des pays développés, comme le montre le tableau 1 ci-dessous:

TABLEAU I: Population et production de céréales dans les différentes régions 1/
(Moyenne sur 3 ans - 1974-1976)

Région	Production annuelle totale de céréales (millions de tonnes)	Population (millions d'habitants)	Production annuelle de céréales par habitant (kilogrammes)
Pays développés	470	757	621
Amérique du Nord	274	236	1 161
Europe occidentale	149	364	409
Océanie	18	17	1 059
Pays en développement	414	1 958	211
Afrique	45	319	140
Amérique latine	82	324	253
Proche-Orient	52	195	266
Extrême-Orient	235	1 116	210

1/ Annuaire FAO de la production.

1.4 Il est donc indispensable de disposer à cet égard de données fiables pour les pays en développement où l'on enregistre sur les terres des exploitants de substantielles pertes avant la récolte, pertes qui tiennent surtout à l'absence de mesures efficaces de protection des végétaux et portent préjudice à l'économie. Les pertes dues à l'incidence des ravageurs et des maladies avant la récolte comptent parmi les principales causes de la faiblesse des rendements observée dans les pays moins avancés, par rapport à ceux des pays développés.

1.5 Les pertes de récolte dans les pays en développement se comptent en milliards de dollars et ont un effet néfaste sur leur situation économique et leur niveau nutritionnel. En l'occurrence, les conditions sont d'autant plus fâcheuses que ces pays ont déployés de gros efforts pour accroître la production de céréales vivrières.

1.6 Il y a longtemps déjà que l'on reconnaît la nécessité d'établir des estimations fiables des pertes de récolte. Ainsi en 1967 la FAO a organisé un colloque afin de souligner qu'il fallait définir et utiliser des méthodes expérimentales pour évaluer quantitativement les pertes de récolte. En conséquence, un manuel intitulé "Crop Loss Assessment Methods" (méthodes d'évaluation des pertes de récolte) a été préparé par M. L. Chiarappa. De plus, les principaux travaux consacrés à cette question durant la décennie écoulée ont été présentés à une réunion de travail organisée en 1977 à Bangalore (Inde) par les Nations Unies, la FAO et l'ICAR. Les études de l'Institut indien de recherche sur les statistiques agricoles, portant sur la mise au point d'une méthodologie statistique d'évaluation des pertes ont en particulier suscité un vif intérêt.

1.7 Afin d'atteindre l'objectif mentionné ci-dessus il conviendrait d'étudier les travaux de plusieurs chercheurs et de différentes institutions dans ce domaine; on serait ainsi en mesure d'examiner et de cerner les problèmes créés par les pertes de céréales vivrières avant la récolte du fait des ravageurs et des maladies, puis d'entreprendre les études voulues pour mettre au point une méthodologie statistique appropriée, compte tenu de la situation particulière des pays en développement. A cet effet, divers spécialistes et organismes ont été contactés par écrit et l'on s'est efforcé de faire le bilan de toute la littérature publiée sur ce thème, non seulement en ce qui concerne les céréales vivrières, mais aussi d'autres productions végétales. On ne peut toutefois prétendre que ce bilan soit exhaustif car les ouvrages examinés ont été sélectionnés parmi le matériel reçu.

1.8 On a relevé un manque d'uniformité dans les concepts, les définitions et les méthodes de mesures retenus dans les différentes études. Aussi a-t-on jugé indispensable de consacrer un chapitre à ce sujet, de manière que tous les organismes adoptent des concepts, définitions et méthodes de mesure identiques et puissent obtenir des données fiables comparables dans un cadre géographique et chronologique élargi.

1.9 Comme la méthodologie statistique liée à l'estimation des pertes de récolte est plus complexe que pour d'autres études, telles que l'estimation du rendement ou de la superficie cultivée, elle est exposée de façon plus détaillée dans un chapitre. Celui-ci traite également du plan d'ensemble et de l'exécution des enquêtes d'évaluation relatives à l'incidence des ravageurs et des maladies, ainsi qu'aux pertes de récolte qui en résultent, plus particulièrement pour les pays en développement; il étudie par ailleurs, la possibilité d'intégrer les travaux de ce genre dans les enquêtes agricoles courantes menées dans ces pays.

1.10 Les études de cas, comportant la description détaillée de la méthodologie statistique adoptée, etc., font l'objet d'un exposé distinct dans le présent manuel. Les modèles de fiches à utiliser pour la collecte et le relevé des données, les techniques de mesure de l'incidence des ravageurs et des maladies, ainsi que les méthodes statistiques détaillées d'analyse des données sur les ennemis des cultures et d'estimation des pertes de récolte, figurent en annexe.

2. CONCEPTS, DEFINITIONS ET ENREGISTREMENT DES OBSERVATIONS

2.1 Pour mettre au point une méthodologie appropriée d'estimation des pertes de récolte dues aux ravageurs et maladies de telle ou telle culture et de leur rapport avec le rendement, il faut connaître les concepts et les définitions concernant l'infestation par les ravageurs et les maladies, ou l'incidence de ces derniers, les rendements et les pertes. Des concepts clairs permettraient aux chercheurs de comparer sans aucune ambiguïté les résultats obtenus dans différents pays; par ailleurs, un tel jeu de définitions et de concepts généraux communément admis contribuerait probablement à accroître la fiabilité des données. A partir des notions précisées par divers chercheurs à l'occasion de leurs travaux, on peut ainsi établir un cadre de référence commun, à l'intention des personnes appelées à entreprendre des études de ce genre à l'avenir. Ces notions sont exposées dans les paragraphes ci-dessous.

Ravageurs et maladies

Degré de prévalence des ravageurs et des maladies

2.2 Les travaux nécessaires à l'évaluation des pertes de récolte imputables aux ravageurs et maladies comportent, en premier lieu, l'estimation de leur prévalence, c'est-à-dire du pourcentage de la superficie infestée. On entend par une prévalence de 70 pour cent, que 30% de la superficie n'a pas souffert de l'action de ravageurs et de maladies et que l'étude principale peut se limiter à 70%. On peut employer à cet effet des méthodes subjectives ou objectives ou encore de l'un et l'autre type, en adoptant une technique adéquate d'échantillonnage et de mesure.

Intensité de l'incidence de la maladie ou de l'infestation par les ravageurs

2.3 La tâche suivante consiste à déterminer l'intensité de l'incidence de la maladie ou de l'infestation par les ravageurs dans la zone délimitée, telle que définie ci-dessus. Il s'agit du pourcentage de plantes infectées par la maladie ou infestée par le ravageur, observé sur la superficie de l'unité-échantillon choisie dans le champ. Il convient de mesurer cette caractéristique par des méthodes objectives.

Gravité de l'infection par la maladie ou de l'infestation par les ravageurs

2.4 Une fois connus le degré de prévalence et l'intensité d'attaque par la maladie ou les ravageurs, on cherche à déterminer la gravité du phénomène observé. On parvient effectivement à mesurer la gravité de l'infection par différentes maladies, mais il n'existe pas de méthode permettant de mesurer la gravité de l'infestation par les ravageurs. On peut néanmoins à cet effet compter le nombre d'oeufs, de larves, de nymphes ou d'insectes volants ou, parfois, établir le pourcentage de feuilles attaquées.

Rendement

2.5 On peut le définir comme étant la production obtenue d'une culture (d'un ensemble de plantes).

Rendement potentiel

2.6 On peut le définir comme étant la production la plus élevée et de qualité supérieure obtenue lorsqu'une culture est pratiquée dans les conditions optimales, en mettant à profit toutes les possibilités offertes par les techniques modernes, par exemple, dans des parcelles expérimentales.

Rendement économique

2.7 Le rendement potentiel est le rendement obtenu si l'on utilise la meilleure technique de production disponible, sans tenir compte des facteurs d'ordre économique; par ailleurs, la recherche d'une production maximum prenant en considération les aspects économiques, correspond à la notion de rendement dit économique. Il en est ainsi lorsque le montant des recettes obtenues atteint ou dépasse le coût des facteurs de production, façon culturales et autres apports mis en oeuvre pour atteindre ce rendement. Le rendement économique peut donc être égal ou inférieur au rendement potentiel.

Rendement réel

2.8 Il s'agit du rendement des cultures pratiquées dans le cadre d'une exploitation agricole; le rendement réel est évidemment inférieur au rendement potentiel. Dans les pays développés, la différence peut être négligeable, mais dans les pays en développement le rendement réel est très inférieur au rendement potentiel. La préoccupation majeure de la FAO est de réduire cet écart, en relevant le niveau du rendement réel.

Pertes

2.9 Les chercheurs ont donné différentes définitions des pertes de récoltes. Bien que les pertes de céréales vivrières puissent se produire avant, pendant ou après la récolte, le propos du présent manuel se limite aux pertes causées avant la récolte par les ravageurs et les maladies.

Perte de récolte

2.10 C'est, en termes simples, la mesure d'une réduction quantitative et/ou qualitative du rendement. Elle peut être considérée comme la différence entre rendement réel et rendement potentiel.

Perte économique

2.11 Ce terme désigne la différence entre rendement réel et rendement économique.

Perte potentielle

2.12 On peut qualifier de perte potentielle la différence entre rendement potentiel et rendement économique.

Perte évitable

2.13 Ce terme désigne la différence entre les rendements observés dans les champs "protégés" et "non protégés". Le plan de protection des végétaux adoptés dans les premiers peut varier d'une culture à l'autre, selon l'incidence des différents ravageurs et maladies.

Relevé des observations

2.14 Tout au long du cycle végétatif on enregistre les observations effectuées périodiquement par mesure de l'intensité et de la gravité de l'infection/infestation par les maladies et les ravageurs. Enfin, le rendement de la culture est noté au moment de la récolte. Les plantes cultivées dans les champs de l'exploitant étant exposées à divers ravageurs et maladies, il convient d'enregistrer simultanément les observations concernant l'incidence de chacun d'eux. Il faut également faire des observations sur d'autres éléments (variété cultivée, type de sol, irrigation, fumure, topographie, façons culturales, changements climatiques, variations imputables à l'emplacement géographique, etc.), de façon à pouvoir répertorier les effets des ravageurs et des maladies. Les relevés concernant ces facteurs permettraient de présenter les résultats sous forme de tableaux de contingence, et d'entreprendre ensuite une analyse approfondie en vue d'identifier les causes de l'attaque par les ravageurs ou maladies.

2.15 Plusieurs chercheurs ont mesuré l'intensité de telles attaques, ce que l'on fait habituellement en prenant le rapport entre le nombre de plantes infectées ou infestées et le nombre total de plantes de la parcelle choisie dans le champ, à divers stades du cycle végétatif.

2.16 On mesure d'ordinaire la gravité des maladies au cours du cycle végétatif en notant le degré d'infection des feuilles à l'aide de tables de pointage normalisées, établies par les phytopathologistes. Le nombre de valeurs données par ces tables peut varier d'une maladie à l'autre pour les différentes cultures considérées; ces valeurs correspondent généralement au pourcentage infecté de la surface foliaire. Au moment ou à l'approche de la récolte, l'incidence de la maladie peut être telle qu'elle provoque l'infection des épis ou du collet des plantes.

2.17 Les entomologistes ont mis au point plusieurs techniques pour mesurer la gravité de l'infestation par les ravageurs. On peut déterminer celle-ci d'après la fraction infestée de la surface des feuilles ou d'après le nombre d'oeufs, de larves, de nymphes ou d'insectes volants capturés au moyen d'un filet standard d'environ 30 cm de diamètre.

2.18 On relève également le rendement de la culture dans la parcelle sélectionnée, car il indique l'efficacité des divers facteurs de production, compte non tenu de l'incidence des ravageurs et des maladies. La relation entre gravité de l'attaque ou de l'infestation et rendement étant établie moyennant la prise en considération d'autres facteurs, on détermine les pertes de récolte imputables aux ravageurs et aux maladies.

2.19 Les concepts, les définitions et le relevé des observations ayant déjà fait l'objet de nombreux travaux de la part des spécialistes des stations expérimentales, leur application aux études effectuées dans les champs des cultivateurs ne pose aucune difficulté sous réserve des modifications nécessaires.

3. METHODOLOGIE STATISTIQUE

Méthodologie en vigueur

3.1 Différentes méthodes, employées habituellement dans les stations d'expérimentation, se prêtent à l'estimation des pertes de récolte. On peut les classer dans les grandes catégories suivantes:

Méthode mécanique

3.2 On cultive la plante en conditions contrôlées ou dans un enclos fermé par un treillis de fil de fer ou de coton, de manière à la tenir à l'abri des maladies ou ravageurs, puis on en compare le rendement avec celui des plantes infectées ou infestées cultivées dans des circonstances identiques, afin d'estimer la fraction des pertes imputable à la (aux) maladie(s) ou au(x) ravageur(s).

Méthode chimique

3.3 Elle consiste à protéger la culture contre les ravageurs ou les maladies au moyen de produits chimiques. On compare le rendement ainsi obtenu avec celui de plantes cultivées dans des conditions identiques mais non traitées, afin d'estimer la perte de rendement. La diminution de rendement à laquelle on peut remédier en appliquant des produits chimiques et en maîtrisant l'incidence des ravageurs et des maladies, a été qualifiée de "perte évitable".

Comparaison des rendements obtenus dans des champs présentant des degrés divers d'incidence de ravageurs ou de maladies

3.4 Cette technique consiste à mesurer la récolte par unité de superficie dans plusieurs champs présentant des degrés divers d'incidence de ravageurs ou de maladies et autres éléments nuisibles puis à établir la relation entre rendement de la culture et intensité ou gravité d'infection ou d'infestation, afin d'estimer la perte de production.

3.5 Cette méthode peut servir à estimer les pertes de récolte imputables à différents ravageurs et maladies sur d'assez grandes parcelles choisies au hasard dans les champs des exploitants. On peut évaluer l'incidence des ravageurs et des maladies, en appliquant des techniques de mesure normalisées. Cette méthodologie permet de déterminer les pertes de récolte imputables séparément à chacun des ravageurs et à chacune des maladies, ainsi que la perte globale due à l'effet conjoint de la totalité d'entre eux, en établissant la relation entre les incidences observées et le rendement.

Comparaison du rendement moyen des plantes exemptes de ravageurs ou de maladies et des plantes infectées ou infestées

3.6 Cette méthode consiste à examiner chacune des plantes d'un même champ pour connaître le degré d'incidence, puis à déterminer leurs rendements respectifs. On compare ensuite le rendement moyen des plantes saines à celui des plantes présentant divers degrés d'attaque, de façon à estimer la perte. En outre, on met parfois en corrélation rendement et degré d'attaque de chacune d'elles.

3.7 Il peut y avoir un effet de compensation dans le rendement des végétaux exemptes de ravageurs ou de maladies, de sorte que la différence observée entre plantes saines et plantes attaquées risque de ne pas donner une idée exacte de la perte de récolte imputable à ces facteurs. De plus, cette méthode prend beaucoup de temps, ce qui la rend difficilement applicable à grande échelle dans les champs des exploitants.

Importance moyenne des dommages causés par un insecte donné

3.8 Des données sont recueillies par la voie d'études sur les caractéristiques biologiques de chaque espèce d'insecte; on détermine également de façon détaillée l'importance des dommages causés à divers stades ou âges de l'insecte, la nature exacte et la gravité des pertes, etc. Cette technique n'est applicable que dans des stations de recherche, car elle exige beaucoup de temps de sorte qu'il est très difficile de l'adopter pour de grandes superficies.

Méthodes biologiques

3.9 On lutte contre les ravageurs en introduisant dans les champs des prédateurs ou des parasites, puis on compare le rendement obtenu à celui d'un champ n'ayant pas fait l'objet de mesure de ce genre. On a également tenté de lutter contre les insectes ravageurs au moyen d'organismes pathogènes. Par ailleurs, des recherches ont été consacrées à l'inoculation artificielle limitée à de petites parcelles expérimentales, car cette méthode ne convient pas aux grandes superficies. Modifiées à l'Institut indien de recherche sur les statistiques agricoles, différentes méthodes d'évaluation des pertes de récolte ont servi à estimer les diminutions de rendement observées sur le paddy, le blé et le maïs.

Techniques de mesure de l'incidence des ravageurs et des maladies

3.10 Les techniques normalisées de mesure de l'incidence des ravageurs et des maladies au cours du cycle végétatif, comme au moment de la récolte, comptent parmi les principaux outils dont on dispose pour évaluer les pertes de récolte; ces techniques complètent les méthodes objectives dont l'utilisation s'impose aux enquêteurs sur le terrain pour recueillir et consigner des observations en évitant toute erreur. Autrement dit, les observations consignées par plusieurs enquêteurs ayant recours aux techniques normalisées de mesure sont identiques et s'il y a quelque différence, elle n'est pas, en général, statistiquement significative. Or, du point de vue statistique, cela est très important. Faute de telles techniques de mesure, les observations risquent d'être entachées d'erreurs et leur interprétation statistique pourrait être difficile. Il faut adopter une méthode simple propre à faciliter la collecte de données fiables sur les pertes de récolte.

Plan de sondage pour la collecte des données

3.11 Il est impossible de couvrir la totalité de la superficie affectée, même pour des observations à caractère subjectif (estimation, etc.), en particulier dans le cas de travaux aussi longs et complexes. Aussi se trouve-t-on contraint de choisir une méthode de sondage. On peut en préconiser plusieurs, telles que sondage aléatoire simple, sondage systématique, sondage successif, sondage aléatoire stratifié, sondage double, sondage par grappes ou sondage à plusieurs degrés etc., selon les conditions en présence et le type de données à recueillir. Le chercheur doit choisir un mode de sondage adapté au type d'étude qu'il veut effectuer.

Taille optimale de la parcelle

3.12 L'enquêteur doit savoir quelle est la dimension optimale de la parcelle où il faut mesurer et consigner l'incidence des ravageurs et des maladies. Or, dans les stations de recherche, phytopathologistes et entomologistes peuvent sans difficulté, avec le concours des statisticiens, définir la taille optimale de la parcelle et choisir les techniques normalisées de mesure. Pour quelques cultures, une bonne partie des travaux ont été effectués en ce qui concerne certains ravageurs et maladies, mais il reste encore beaucoup à faire pour bien d'autres végétaux. Par exemple, on a déjà mis au point des méthodes pour mesurer la gravité des maladies affectant diverses céréales.

Rôle des essais en champ dans l'évaluation des pertes de récolte

3.13 Pour les essais en champ on adopte généralement des plans de sondage aléatoire par blocs ou dispositifs factoriels. Comme ces essais exigent beaucoup de temps et d'argent, on étudie simultanément divers éléments. Les expériences visent donc entre autres à déterminer l'efficacité des insecticides, fongicides, nématocides, rodenticides, ainsi qu'à identifier les variétés résistantes aux ravageurs et aux maladies, à définir le rapport avec le rendement ou encore les seuils économiques de dommage. Les résultats des recherches menées dans des conditions dirigées en serre ou en laboratoire sur les sujets ci-dessus peuvent être testés et améliorés par des essais dans les champs des cultivateurs avant de donner lieu à des recommandations définitives.

Méthodologie proposée

3.14 Différents chercheurs ont généralement traité l'attaque ou l'infestation par un ravageur ou une maladie unique ou par un ensemble d'entre eux, ramenant le problème à une seule variable, ce qui le simplifie. Or, les résultats de l'étude sur la perte de récolte due à une maladie ou à un ravageur unique dans les conditions contrôlées en laboratoire ou dans une station d'expérimentation ne sont pas nécessairement applicables dans les champs des exploitants. Comme ravageurs et maladies apparaissent simultanément dans une culture de plein champ, il convient d'adopter une approche multiple, c'est-à-dire prendre en considération l'incidence de tous les ravageurs et de toutes les maladies, comme l'ont fait les chercheurs de l'Institut indien de recherche sur les statistiques agricoles. Les pertes de récolte ainsi évaluées seront vraisemblablement plus proches de la réalité que celles déterminées par plusieurs chercheurs étudiant un seul ravageur ou une seule maladie; en effet, cette deuxième approche risque parfois d'aboutir, par addition des chiffres obtenus séparément, à une perte de récolte globale, supérieure à 100%, ce qui serait incohérent. Comme le rendement dépend non seulement de l'incidence des ravageurs et des maladies, mais aussi d'autres facteurs, une analyse approfondie, permettant d'éliminer les effets de ces derniers serait préférable. Les suggestions ci-après visent à simplifier ces études complexes:

- a) De telles enquêtes doivent être menées conjointement par une équipe de spécialistes, à savoir des entomologistes, des phytopathologistes, des statisticiens, etc., de façon à obtenir des données objectives et fiables et assurer une interprétation scientifique des résultats.
- b) Comme le relevé des observations destinées à l'estimation de l'incidence des ravageurs et des maladies et de l'importance des pertes de récolte est une tâche particulièrement longue et coûteuse, l'étude nécessaire à l'évaluation des pertes avant la récolte sur une superficie étendue doit se faire par échantillonnage.
- c) Il convient de choisir le plan de sondage et les méthodes statistiques les plus simples possible, de façon à disposer du temps maximum pour effectuer et consigner des observations périodiques de l'incidence des ravageurs et des maladies.
- d) La stratification et les divers degrés des unités-échantillons doivent faire l'objet de définitions claires, aisément compréhensibles même par des non-statisticiens.
- e) Afin de réduire les erreurs d'observations à néant ou du moins à un niveau négligeable, il convient pour se conformer aux exigences de la statistique, d'utiliser exclusivement des techniques de mesure normalisées mises au point par des phytopathologistes et par des entomologistes.
- f) Les fiches employées pour l'enquête doivent être simples et claires et comporter, à côté de l'emplacement réservé aux observations, des colonnes de codage permettant ultérieurement de traiter les données sur ordinateur.
- g) Les instructions à l'intention du personnel de terrain doivent être détaillées et indiquer comment choisir les unités-échantillons, appliquer les mesures phytosanitaires et enregistrer chaque observation.
- h) Le personnel de terrain versé dans le relevé et l'enregistrement des observations touchant l'entomologie ou à la phytopathologie doit être désigné, puis soigneusement préparé à la sélection d'unités-échantillons de différents degrés et à l'emploi des techniques de mesure, avant que démarre l'enquête à chaque campagne agricole.
- i) Des spécialistes, c'est-à-dire des entomologistes, des phytopathologistes, des statisticiens, etc. doivent contrôler fréquemment le déroulement de l'enquête sur le terrain et remédier immédiatement aux difficultés rencontrées.

- j) Il convient de faire porter ces enquêtes sur plusieurs années pour dégager de solides modèles statistiques qui permettent non seulement d'estimer les pertes pendant les années considérées, mais aussi de prévoir celles qui se produiront sans doute les années suivantes avant la récolte.
- k) Si ces enquêtes sont effectuées plusieurs années de suite, on peut également relever sur les cartes des superficies concernées les zones endémiques et les infestations et infections épidémiques.
- l) Il convient en outre de déterminer simultanément les pertes évitables en considérant des paires de champs protégés et non protégés, de façon à évaluer l'efficacité des programmes phytosanitaires.
- m) Le personnel de terrain doit, si possible, coder les données en vue de leur traitement sur ordinateur, afin d'accélérer l'obtention des résultats.

Préparation et exécution des enquêtes destinées à estimer l'incidence de ravageurs et de maladies et les pertes correspondantes de céréales vivrières, notamment dans les pays en développement

3.15 Il faut voir, dans sa juste perspective, le problème de l'évaluation des pertes de céréales vivrières imputables aux ravageurs et aux maladies, laquelle dépend dans une large mesure de l'estimation correcte de l'incidence de ces derniers, et de sa relation avec le rendement. On ne doit pas oublier en effet que l'évaluation des pertes dues à ces facteurs a pour objet de déterminer la gravité de la situation et de prendre les dispositions nécessaires pour réduire ces pertes dans les meilleurs délais et au moindre coût. L'adoption des mesures préventives et/ou curatives à prévoir dans le cadre des programmes phytosanitaires exige au préalable l'identification des principaux ravageurs et des principales maladies, ainsi que des zones endémiques du pays considéré. L'étude d'une méthodologie statistique adéquate d'évaluation des pertes de céréales vivrières avant la récolte vise donc à dégager des méthodes qui garantissent l'obtention d'estimations fiables et objectives, sur lesquelles puissent se fonder les pays en développement pour élaborer des programmes efficaces et économiques de protection des plantes.

3.16 Pour évaluer les pertes avant la récolte, infligées par les ravageurs et les maladies, il faut délimiter la superficie et les cultures à étudier et se servir, le cas échéant, des données recueillies antérieurement sur l'incidence ou le degré d'infestation des principaux ravageurs et des maladies, sur leur prévalence, etc. On doit ensuite choisir pour les différents ravageurs et maladies une méthode de sondage et une technique de mesure adéquate; il convient de spécifier clairement les données requises dans chaque cas envisagé et de concevoir des modèles de fiches appropriés pour le relevé des observations périodiques correspondantes. Il importe de concevoir en détail l'organisation sur le terrain, de recueillir les données, de les vérifier et de les analyser, de manière à obtenir des estimations des pertes de récolte dues aux différents ravageurs et maladies pris individuellement et collectivement. L'appréciation de la fiabilité des informations ainsi obtenues demande en outre le calcul des erreurs types et des composantes de la variance, afin de définir une taille d'échantillon adéquate pour chaque degré du plan de sondage, correspondant à une précision donnée des enquêtes futures.

3.17 Pour chacun de ces aspects, c'est-à-dire l'organisation des enquêtes, le plan de sondage, le relevé des observations concernant les différents ravageurs et maladies dans le cas des principales productions telles que paddy, blé, maïs et jowar, le matériel dont le personnel sur le terrain doit disposer, les techniques d'analyse statistique destinées à l'estimation de l'incidence des ravageurs et des maladies et enfin l'évaluation des pertes de récolte, plus particulièrement dans les pays en développement, des suggestions succinctes sont formulées ci-dessous.

Organisation des enquêtes

3.18 De telles enquêtes multidisciplinaires requièrent la constitution d'une équipe comprenant des statisticiens, des entomologistes, des phytopathologistes et un spécialiste des mesures de protection végétale sous la direction d'un chef de projet ayant des notions élémentaires de ces questions. Tous ces spécialistes doivent avoir une expérience suffisante du travail sur le terrain et le personnel d'exécution doit, de préférence, être versé dans les disciplines en question. Il faut prévoir en outre des fonctionnaires de terrain,

des surveillants et des assistants. L'effectif des différentes catégories de personnel d'exécution dépend de la superficie soumise à enquête et de la somme de travail dont les agents peuvent s'acquitter dans la zone qui leur est assignée et en un temps donné. Ces agents doivent être soigneusement formés par les spécialistes de l'équipe à la statistique, à l'entomologie, à la phytopathologie et à la protection des végétaux. La sélection des unités-échantillons, le relevé des observations et le programme de pulvérisation demandent deux assistants locaux pour chaque strate ou unité de superficie ainsi déterminée.

Plan de sondage

3.19 Comme indiqué plus haut, des enquêtes d'une telle complexité doivent être simplifiées dans toute la mesure possible, de façon à laisser le maximum de temps au personnel d'exécution pour relever les observations périodiques et accroître ainsi la fiabilité des données recueillies. Il convient d'adopter la technique du sondage aléatoire stratifié à plusieurs degrés; on peut à cet effet diviser la région ou le pays étudié en un certain nombre de strates, sans toutefois perdre de vue l'homogénéité nécessaire des zones ainsi délimitées quant au type de sol, au climat, à l'irrigation, au plan de culture, à l'accessibilité et autres facilités administratives ou moyens d'enquête sur le terrain, etc. A l'intérieur de chaque strate on peut ensuite choisir de façon aléatoire un nombre (1) d'unités primaires (par exemple des villages) pratiquant la culture considérée, puis un nombre (m) d'unités secondaires (par exemple des champs d'un même village) sélectionnées à l'intérieur de chaque unité primaire, et ainsi de suite. Le nombre de degrés de sondage peut être de deux, trois ou plus, jusqu'à ce qu'on arrive à couvrir tout le champ. En supposant que les champs constituent les unités secondaires, on en sélectionne ultérieurement un nombre (m) dans chaque unité primaire; enfin, on peut retenir dans chacun de ces champs un nombre (n) de parcelles carrées de 1 m de côté dans le cas de cultures de paddy et de blé, ou de 2 m de côté dans le cas du sorgho et du maïs. Toutefois, la dimension des parcelles est susceptible de changer d'un pays à l'autre, en fonction des façons culturelles adoptées pour ces productions végétales.

3.20 Unités-échantillons des divers degrés et dimension de parcelle doivent être déterminées en fonction des conditions propres au pays considéré. S'il existe une notion bien définie de village et si l'on dispose de cartes indiquant les délimitations correspondantes, le village est alors, en règle générale, une unité primaire appropriée, le champ en culture ou l'exploitant pouvant alors servir d'unité secondaire. Toutefois, cela implique l'existence d'une liste des champs cultivés ou du moins la possibilité de dresser une telle liste sans difficulté; si ce n'est pas le cas, il vaut mieux choisir l'exploitant comme unité secondaire, car la liste des exploitants est facile à établir. Le champ devient alors l'unité tertiaire. Il est facile de dresser la liste des champs des cultivateurs retenus. Enfin, une parcelle de dimension fixe servira de dernière unité de sondage. Sa dimension dépend habituellement du type de culture et de la densité de peuplement. Pour des cultures homogènes, comme le riz, le blé, etc., une parcelle carrée de 1 m de côté convient, alors que, dans le cas du mil, elle peut être du double.

3.21 Pour évaluer les pertes évitables de rendement, on peut choisir deux champs supplémentaires au moins où on applique des mesures de lutte contre les ravageurs et les maladies. On peut les choisir au hasard parmi les (m) champs déjà retenus dans chaque unité primaire tel qu'indiqué ci-dessus puis sélectionner deux autres champs similaires quant à la variété cultivée, aux apports d'engrais et de fumier, à la topographie, au type de sol, à l'irrigation, aux pratiques agricoles, etc. Ces deux paires de champs similaires se trouvent dans chaque unité primaire et sont distincts de (m-2) autres champs. Ayant choisi au hasard l'un des éléments de chaque paire considérée pour y appliquer les mesures chimiques de protection des végétaux recommandées par l'équipe de spécialistes, on le désigne désormais sous le nom de "champ protégé". Quant à l'autre élément de la paire en question, non traité, il est qualifié de "champ non protégé".

3.22 Dans chacune des (n) parcelles sélectionnées, il convient de choisir 5 plantes, une dans chaque angle et une au centre, afin de relever des observations détaillées, si l'on doit mesurer la gravité de l'infestation par les ravageurs et les maladies, puisqu'il est impossible d'examiner à cet effet la totalité des plantes d'une parcelle. On relèvera les observations sur les principaux ravageurs et maladies à peu près toutes les quatre semaines ou tous les quinze jours, la première observation étant effectuée 4 à 6 semaines après le repiquage ou l'ensemencement et la dernière au moment de la récolte. On relèvera les observations pendant toute la campagne sur les mêmes parcelles.

Partage des responsabilités sur le terrain

3.23 La responsabilité de l'enquête sur le terrain incombe au coordonnateur de projet, dont relève le personnel d'exécution. L'organisation de l'enquête, l'analyse des données et la préparation des rapports sont également du ressort du coordonnateur de projet. Les responsabilités se répartissent en gros comme suit:

3.24 Le coordonnateur de projet

- i) délègue un ou des fonctionnaires pour donner au personnel d'exécution une formation intensive en statistique, entomologie, phytopathologie et techniques phytosanitaires, avant le début du travail sur le terrain lors de chaque campagne.
- ii) sélectionne des villages dans les zones d'affectation des agents et attribue une liste de nombres aléatoires pour le choix des champs et de l'emplacement des parcelles dans ces derniers.
- iii) fournit au personnel d'exécution des brochures d'instructions techniques à consulter ainsi que des fiches pour relever les observations.
- iv) délègue un des fonctionnaires pour inspecter de temps à autre les travaux de l'enquête sur le terrain.
- v) élucide les questions posées par le personnel d'exécution et transmises par le responsable local, touchant à la statistique, à l'entomologie, à la phytopathologie et à la protection des plantes.
- vi) vérifie, met en tableaux, analyse les données recueillies et prépare un rapport.

3.25 Le responsable local

- i) organise la formation de concert avec le coordonnateur du projet et les responsables de la statistique, de l'entomologie, de la myco/phytopathologie et de la protection des plantes.
- ii) recueille auprès des divers experts des précisions sur les statistiques, l'entomologie, la mycologie et la protection des plantes.
- iii) reçoit du coordonnateur de projet la liste des villages-échantillons et les listes de nombres aléatoires pour choisir les champs et l'emplacement des parcelles à l'intérieur de ces derniers pour chacune des strates.
- iv) dispense une formation approfondie aux assistants et auxiliaires locaux pour l'exécution de l'enquête en leur expliquant bien comment recueillir et relever les données relatives aux différentes rubriques des fiches.
- v) veille à ce que l'équipement et le matériel voulus parviennent en temps utile aux assistants et auxiliaires locaux pour mener l'enquête sur le terrain.
- vi) répond aux questions posées occasionnellement par le personnel d'exécution.
- vii) contrôle, avec l'aide des surveillants, le travail des assistants et auxiliaires locaux et communique au coordonnateur de projet les observations qu'il a relevées au cours de l'enquête lors de chaque campagne.
- viii) rassemble les fiches d'enquête et veille à ce qu'elles aient été correctement remplies par le personnel d'exécution avant de les transmettre au coordonnateur de projet.

3.26 Le surveillant local

- i) suit le cours de formation organisé par le responsable local et se met parfaitement au courant des techniques de mesure et d'échantillonnage utilisées dans le cadre de l'enquête sur le terrain.
- ii) surveille le travail de terrain et toutes autres tâches de routine dont peut le charger éventuellement le responsable local.

3.27 L'assistant local

- i) suit le cours de formation organisé par le responsable local et se familiarise à fond avec les techniques de mesure et d'échantillonnage utilisées pour exécuter l'enquête dans le taluk/tehsil/strate dont il a été chargé.
- ii) note les villages-échantillons et les nombres aléatoires retenus pour choisir les champs et l'emplacement des parcelles à l'intérieur de ces derniers.
- iii) se procure auprès du responsable local le nombre nécessaire de fiches d'enquête, ainsi qu'un exemplaire des instructions d'exécution.
- iv) reçoit du responsable local divers équipements et instruments nécessaires pour exécuter l'enquête.
- v) se met en contact, dès sa formation terminée, avec le patwari/gardien de troupeau de chacun des villages-échantillons qui lui ont été attribués et procède au tirage des champs dans chaque village au moyen de la carte correspondante et d'autres données aisément disponibles.
- vi) prend contact avec les exploitants des différents champs retenus, leur explique l'objet de l'enquête, recueille auprès d'eux les informations générales nécessaires et fixe les dates pour le relevé des observations périodiques et l'application des mesures de protection des végétaux dans les "champs protégés".
- vii) envoie (en double exemplaire) au responsable local les fiches dûment remplies pour chacun des villages retenus dès que l'échantillonnage des champs est terminé, et conserve la fiche IA pour référence jusqu'au moment de la récolte.
- viii) effectue périodiquement en temps voulu les observations prévues.
- ix) veille à ce que les mesures phytosanitaires soient prises au moment où il le faut dans les "champs protégés".
- x) effectue les observations dans les "champs protégés" avant application des mesures phytosanitaires si les dates prévues pour ces deux opérations coïncident.
- xi) expédie au responsable local les fiches dûment remplies dès le travail terminé.

3.28 L'auxiliaire

- i) suit le cours de formation organisé par le responsable local et se met parfaitement au courant du calendrier des mesures phytosanitaires et des précautions à prendre.
- ii) aide, quand il n'est pas occupé à d'autres travaux, l'assistant local dans des tâches telles que la localisation et la délimitation des parcelles, etc.

Relevé des observations

3.29 Dans chaque parcelle, le nombre total de plantes (touffes), celui des plantes attaquées par les ravageurs et les maladies, celui des talles et le nombre de talles attaquées doivent être comptés lors de chaque observation périodique. Il faut également relever à l'époque de la récolte le nombre d'épis atteints et le rendement. Pour le riz, il convient de spécifier en détail les méthodes de relevé des ravageurs et maladies et de fournir des tableaux explicites à remplir; il faut indiquer pour le blé, le maïs et le sorgho le type d'informations à recueillir et les tableaux relatifs.

Matériel destiné au personnel d'exécution

3.30 Pour mener l'enquête sur le terrain, le personnel d'exécution doit être muni du matériel minimum suivant, outre les moyens qui lui seront fournis dans le pays ou la région en cause:

- i) un mètre à ruban (de 50 m), pour mesurer la longueur et la largeur du champ et localiser les parcelles à l'intérieur de ce dernier, etc.

- ii) un cadre en bois de 1 m x 1 m pour fixer l'emplacement de la parcelle dans le cas du paddy et du blé.
- iii) huit bâtons de bambou d'environ 1 m chacun et deux de 35 cm, servant à marquer l'emplacement des quatre coins et du centre de deux parcelles retenues à l'intérieur du champ pour le relevé des observations périodiques pendant une campagne agricole.
- iv) un mètre à ruban en acier (de petite dimension) pour mesurer la hauteur des plantes etc.
- v) une loupe pour déceler l'infection par des maladies foliaires au premier stade de la croissance de la plante.
- vi) une table de pointage qui permet de mesurer la gravité des maladies, l'état de la feuille infectée étant confronté aux graduations de ladite table.
- vii) un filet d'environ 30 cm de diamètre pour capturer les insectes dans le champ.
- viii) une bouteille en verre remplie de cyanure pour tuer aux fins de comptage les insectes volants capturés au filet.
- ix) un pulvérisateur/poudreur actionné à la main et des pesticides pour appliquer des mesures phytosanitaires dans le "champ protégé".
- x) deux bidons vides (de la contenance des bidons de kérosène ou encore des seaux ou autres récipients) pour préparer le liquide à pulvériser.
- xi) une corde étalonnée d'environ 50 m de long et cinq grands piquets de bambou solides et rectilignes, pour délimiter les grandes parcelles au moment de la récolte, pour le cas où seraient organisées en même temps des enquêtes d'estimation portant sur d'autres cultures.
- xii) un carré de grosse toile de 2 m x 2 m pour battre le produit récolté.
- xiii) une balance assortie d'un jeu de poids standard.
- xiv) un exemplaire des instructions pour le choix des unités-échantillons, le relevé des observations, la manipulation des pesticides, l'utilisation et l'entretien du matériel phytosanitaire, etc. (à titre de référence), et des exemplaires des diverses fiches d'enregistrement des observations.
- xv) deux sacs imperméables solides, l'un pour les fiches et autres articles de petite dimension, l'autre pour les pesticides.

Analyse statistique

3.31 On trouvera ci-dessous la méthode d'estimation de l'incidence moyenne des ravageurs ou des maladies et de son erreur type:

soit y_{ijk} la mesure de l'incidence dans la parcelle k du champ j du village i d'une strate. Le modèle additif de l'incidence y_{ijk} s'explique comme suit:

$$y_{ijk} = \mu + v_i + f_{ij} + e_{ijk} \quad (i = 1, \dots, l; j = 1, \dots, m_i; k = 1, \dots, n_{ij})$$

où (μ) est la moyenne générale, (v_i) l'effet du champ j dans le village i et (e_{ijk}) l'effet de la parcelle k dans le champ j du village i . Si l'on suppose pour (v_i), (f_{ij}) et (e_{ijk}) l'absence de corrélation et une répartition caractérisée par des moyennes égales à 0 et des variances respectivement égales à (σ_v^2), (σ_f) et (σ^2), l'analyse de variance s'énonce comme suit:

Analyse de variance de l'incidence

Source de variation	Degrés de liberté	Moyenne quadratique	Moyenne quadratique probable
Entre villages	$l - 1$	s_v^2	$\sigma^2 + \lambda_2 \sigma_f^2 + \lambda_3 \sigma_v^2$
Entre champs (d'un même village)	$\sum_{i=1}^l (m_i - 1)$	s_f^2	$\sigma^2 + \lambda_1 \sigma_f^2$
Entre parcelles d'un même champ)	$\sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^{m_i} (n_{ij} - 1)$	s^2	σ^2

où (l), est le nombre de villages d'une même strate, (m_i) le nombre de champs du village i, et (n_{ij}) le nombre de parcelles du champ j du village i.

$$\lambda_1 = \frac{1}{\sum_{i=1}^l (m_i - 1)} \left\{ n_{..} - \sum_{i=1}^l \left(\sum_{j=1}^{m_i} n_{ij}^2 / n_{i.} \right) \right\}$$

$$\lambda_2 = \frac{1}{l-1} \left\{ \sum_{i=1}^l \left(\sum_{j=1}^{m_i} n_{ij}^2 / n_{i.} \right) - \frac{\sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^{m_i} n_{ij}^2}{n_{..}} \right\}$$

$$\lambda_3 = \frac{1}{l-1} \left(n_{..} - \frac{\sum_{i=1}^l n_{i.}^2}{n_{..}} \right)$$

où ($n_{i.}$) est le nombre de parcelles du village i et

$$n_{..} = \sum_{i=1}^l n_{i.}$$

La relation suivante donne la valeur moyenne calculée pour une strate:

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^{m_i} \sum_{k=1}^{n_{ij}} y_{ijk}}{\sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^{m_i} n_{ij}}$$

Pour calculer la variance de l'incidence moyenne, on peut analyser la variance conformément au tableau ci-dessus, de façon à dissocier les variations entre villages, champs et parcelles d'un même champ. Comme le nombre des unités sélectionnées aux divers degrés du plan de sondage varie peu en général, on peut substituer à la formule exacte de la variance de la moyenne estimée la formule approchée ci-dessous:

$$v(\bar{y}) = \frac{\hat{\sigma}_v^2}{1} + \frac{\hat{\sigma}_f^2}{\bar{m}} + \frac{\hat{\sigma}^2}{\bar{m}\bar{n}}$$

où (\bar{m}) est le nombre moyen de champs sélectionnés dans un village-échantillon, (\bar{n}) le nombre moyen de parcelles sélectionnées dans un champ-échantillon et $\hat{\sigma}_v^2$, $\hat{\sigma}_f^2$, et $\hat{\sigma}^2$ les estimations respectives des composantes de variance entre villages, entre champs et entre parcelles, les autres notations étant identiques à celles utilisées plus haut. Puisque la fraction sondée demeure faible, à tous les degrés de sondage, il n'a pas été tenu compte des corrections de sondage finies. On peut néanmoins calculer l'incidence moyenne sur toutes les strates, en utilisant une moyenne pondérée des estimations propres à chaque strate, les coefficients de pondération étant proportionnels aux superficies cultivées estimées dans les différentes strates.

3.32 On estime la perte de rendement en mettant en relation le rendement et l'incidence/gravité des infestations et des infections. L'analyse de régression permet généralement d'évaluer la perte de récolte. L'équation de régression multiple liant rendement et mesure de l'incidence peut être établie à partir des différentes parcelles à l'intérieur des champs, par élimination des variations entre strates, villages et champs, et s'écrit comme suit:

$$y = \bar{y}_0 + \sum b_i x_i$$

où y représente le rendement (variable dépendante), \bar{y} le rendement moyen de l'échantillon, x les incidences des ravageurs et des maladies (variables indépendantes), \bar{x}_i la valeur moyenne de l'incidence de type i et b les coefficients de régression partielle du rendement et des différentes incidences, et où $\bar{y}_0 = \bar{y} - \sum b_i \bar{x}_i$. On obtient comme suit la variance des coefficients de régression partielle de \bar{y}_0 :

$$\hat{v}(b_i) = s_e^2 c_{ii}$$

et

$$\hat{v}(\bar{y}_0) = s_e^2 \left(\frac{1}{n} + \sum_{i < j} c_{ii} \bar{x}_i^2 + 2 \sum_{i < j} c_{ij} \bar{x}_i \bar{x}_j \right)$$

où s_e^2 est l'écart quadratique moyen de la régression, n le nombre d'observations et c_{ij} l'élément de rang i, j de l'inverse de la matrice de la somme des carrés et de la somme des produits des incidences. Pour déterminer la perte probable par unité d'incidence, l'équation de régression multiple ci-dessus a été transformée de façon à donner le rendement en pourcentage, en multipliant simplement le deuxième membre par $100/\bar{y}_0$, soit

$$y = 100 + \sum b'_i x_i$$

où $b'_i = \frac{b_i x_i 100}{\bar{y}_0}$ de variance égale à

$$\hat{v}(b'_i) = (b'_i)^2 \left\{ \frac{s_e^2 c_{ii}}{b_i^2} + \frac{\hat{v}(\bar{y}_0)}{\bar{y}_0^2} \right\}$$

abstraction faite des termes de covariance.

Le pourcentage probable de perte de rendement imputable à chacune des incidences moyennes \bar{x}_i s'exprime donc comme suit: $\text{perte} = \bar{x}_i b'_i$

La relation suivante donnant la valeur approchée de sa variance estimée:

$$\hat{v}(\bar{x}_i b'_i) = \bar{x}_i^2 \hat{v}(b'_i) + b_i'^2 \hat{v}(\bar{x}_i) = \hat{v}(b'_i) \hat{v}(\bar{x}_i)$$

La perte globale de rendement en pourcentage imputable à l'incidence moyenne de l'ensemble des principaux ravageurs et maladies s'exprime comme suit:

$$\text{Perte globale} = \sum b'_i \bar{x}_i$$

et la relation ci-dessous permet d'obtenir sa variance:

$$\hat{v}(\sum b'_i \bar{x}_i) = \sum \bar{x}_i^2 \hat{v}(b'_i) + \sum b_i'^2 \hat{v}(\bar{x}_i) - \sum \hat{v}(b'_i) \hat{v}(\bar{x}_i)$$

Evaluation de la perte évitable de rendement

3.33 La procédure habituelle permet d'estimer le rendement et sa variance dans les champs "protégés" comme dans les champs "non protégés", ainsi que la différence de rendement dans chaque strate. Le calcul de la perte de rendement évitable s'effectue de la façon suivante. Soit \bar{y} et \bar{y}' les rendements moyens en kg/ha sur les terres respectivement "protégées" et "non protégées", la perte de rendement en pourcentage est par conséquent égale à:

$$\text{perte} = \frac{\bar{y} - \bar{y}'}{\bar{y}} \times 100$$

et sa variance à:

$$\hat{v}\left(\frac{\bar{y} - \bar{y}'}{\bar{y}} \times 100\right) = \left(\frac{\bar{y} - \bar{y}'}{\bar{y}} \times 100\right)^2 \frac{\hat{v}(\bar{y} - \bar{y}')}{(\bar{y} - \bar{y}')^2} + \frac{\hat{v}(\bar{y})}{(\bar{y})^2}$$

abstraction faite des termes de covariance.

Dans cette relation $\hat{v}(\bar{y})$ représente la variance estimée de \bar{y} , $\hat{v}(\bar{y}')$ celle de \bar{y}' , et $\hat{v}(\bar{y} - \bar{y}')$ équivaut à la somme $\hat{v}(\bar{y}) + \hat{v}(\bar{y}')$, si l'on omet les termes de covariance.

Intégration des enquêtes d'estimation de l'incidence des ravageurs et des maladies aux enquêtes agricoles courantes

3.34 Les enquêtes faites pour étudier l'incidence des ravageurs et des maladies peuvent, dans certains cas, être intégrées aux enquêtes agricoles courantes, en particulier dans les pays en développement dépourvus des moyens nécessaires. A cet effet, il convient néanmoins de prendre les précautions qui s'imposent. Ainsi, le rassemblement de données sur l'incidence des ravageurs et des maladies exige parfois de fréquentes visites aux unités échantillons alors que le nombre de ces visites peut se limiter à une ou deux pour les autres enquêtes agricoles. Ceci étant, les enquêtes sur les ravageurs et maladies prennent beaucoup de temps et sont coûteuses. En outre, l'unité adoptée pour le relevé des données n'est pas toujours la même; ainsi, les enquêtes d'estimation du rendement utilisent d'assez grandes parcelles, alors que pour l'incidence des ravageurs et des maladies il vaut mieux qu'elles soient petites. Toutefois, la localisation de parcelles réduites à l'intérieur de la parcelle plus vaste, délimitée en vue de l'enquête d'estimation de la production ne devrait pas poser de difficulté; on peut, par ailleurs, établir la relation entre l'incidence des ravageurs et des maladies et le rendement en récoltant séparément la petite parcelle affectée au relevé des données sur l'incidence des infestations et des infections. Bien qu'une telle intégration des enquêtes réduise incontestablement leur coût, l'économie ainsi réalisée ne doit pas se faire au détriment de la fiabilité des informations recueillies sur l'incidence des ravageurs et des maladies. Compte tenu de l'importance que revêt l'étude de cette question, on peut considérer comme enquête principale celle qui porte sur la perte de récolte, l'estimation de la production faisant l'objet de l'enquête secondaire. Etant donné la nature multidisciplinaire des enquêtes sur la perte de récolte, il est bon de les concevoir à part.

4. ETUDES DE CAS

4.1 L'Institut indien de recherche sur les statistiques agricoles a mené, entre 1959 et 1962, dans le district de Cuttack, une enquête pilote par sondage pour définir une méthode statistique adéquate d'estimation de l'incidence des ravageurs et des maladies sur le riz, ainsi que de la perte de rendement consécutive. Pour vérifier l'adéquation, dans des conditions agro-climatiques différentes, des méthodes mises au point lors de cette enquête, celle-ci a été étendue aux districts de Thanjavur (Tamil Nadu) en 1962 et de West Godavari (Andhra Pradesh) en 1963 toujours pour la riziculture. Les travaux ont duré quatre ans; les cultures de blé et de maïs du district d'Aligarh (Uttar Pradesh) ont fait l'objet d'une enquête analogue, étalée sur quatre années, de 1963 à 1967.

Plan de sondage

4.2 Un plan de sondage aléatoire stratifié à plusieurs degrés a été adopté. Comme il est aisé en Inde d'obtenir une liste complète des villages ainsi que des cartes indiquant, outre leurs délimitations, des détails tels que la superficie cultivée, les cultures pratiquées, etc., on a pu retenir le plan de sondage aléatoire stratifié à plusieurs degrés. Chaque district a été divisé en 9 ou 10 zones regroupant des thanas ou blocs adjacents, qui comprennent de 80 à 100 villages, ces zones constituant les strates. Dans chacune d'elles on a sélectionné de façon aléatoire six villages pratiquant la riziculture et, dans chaque village échantillonné, quatre rizières.

4.3 A Thanjavur et West Godavari deux champs supplémentaires, outre les quatre mentionnés ci-dessus, ont été choisis pour y appliquer des mesures de lutte contre les ravageurs et les maladies, afin d'évaluer la perte évitable de rendement (tableau 4). On a procédé comme suit:

4.4 On a sélectionné deux champs au hasard parmi les quatre préalablement choisis dans chaque village tel qu'indiqué ci-dessus, puis deux autres champs semblables à ces deux premiers quant à la variété cultivée, au programme de fumure, à la topographie, au type de sol, aux pratiques culturales. Ces deux paires de champs similaires ont été désignées dans chacun des villages, en plus de deux autres champs-témoins (non protégés). On a ensuite prélevé au hasard l'un des champs de chacune de ces paires, pour y appliquer des mesures chimiques de protection des plantes contre les ravageurs et les maladies, champ qui a été qualifié de "protégé", l'autre laissé tel quel étant qualifié de "non protégé". Dans chaque champ sélectionné, on a choisi au hasard quatre parcelles carrées d'un mètre de côté. Comme dans le cas de certains ravageurs et maladies on ne pourrait pas observer toutes les plantes d'une parcelle, on n'a retenu que quatre plantes d'angle et une plante centrale dans chaque parcelle pour relever les informations requises.

Techniques de mesure

4.5 Dans chacune des parcelles sélectionnées, on a compté chaque fois le nombre total de talles et celui des talles infestées et infectées. Le quotient de ces deux nombres a été choisi comme indice d'incidence, lors des dénombrements avant récolte. Au moment de la récolte on a retenu, pour mesurer l'incidence, le pourcentage d'épis infestés/infectés par les différents ravageurs et maladies.

Ravageurs

- 4.6 i) Foreurs de la tige (Tryporyza incertulas): Lorsque la larve a percé la tige de la talle, la talle infestée est un coeur mort. Le nombre de coeurs morts est compté pendant le cycle végétatif. A la récolte, la larve provoque l'apparition d'épis blancs que l'on dénombre. Les ratios des nombres de coeurs morts et d'épis blancs, respectivement rapportés aux nombres totaux de talles et d'épis, sont adoptés comme mesures des dégâts infligés par le foreur des tiges pendant le cycle végétatif et à la récolte.
- 4.7 ii) Cécidomyie (Pachytiplosis oryzae): La larve provoque l'apparition d'une galle en perforant la tige, et les talles atteintes portent le nom de pousses argentées. Aucun épi ne se forme. Le pourcentage correspondant au nombre de pousses argentées dues à la mouche à galle, rapporté au nombre total de talles, équivaut à l'indice d'infestation pendant le cycle végétatif de la plante, la mesure du dommage infligé au moment de la récolte étant donnée par le ratio du nombre de pousses argentées au nombre total d'épis.

Maladies

4.8 i) Piriculariose (Pyricularia oryzae):

Après prélèvement dans chaque parcelle des quatre plantes d'angle et de la plante centrale et au moyen des tables de pointage standard (Annexe 5) fournies par l'Institut central de recherche sur le riz (Cuttack), on a attribué à la feuille la plus infestée de chacune des cinq plantes sélectionnées une note correspondant au degré d'infection indiqué par ces tables. La graduation va de 0 à 8 pour la piriculariose et de 0 à 9 pour l'helminthosporiose. La gravité de ces maladies a été mesurée par ce moyen durant le cycle végétatif. A la récolte, on a relevé le pourcentage d'épis atteints d'helminthosporiose et de piriculariose, ainsi que le rendement en riz.

Analyse statistique

4.9 On peut distinguer dans l'étude quatre volets principaux:

- i) Estimation de l'incidence moyenne des ravageurs/maladies et des erreurs types
- ii) Corrélation entre l'incidence des ravageurs/maladies et le rendement, et évaluation de la perte de rendement

La méthodologie suivie en ce qui concerne i) et ii) est plus ou moins la même que celle exposée au chapitre 3.

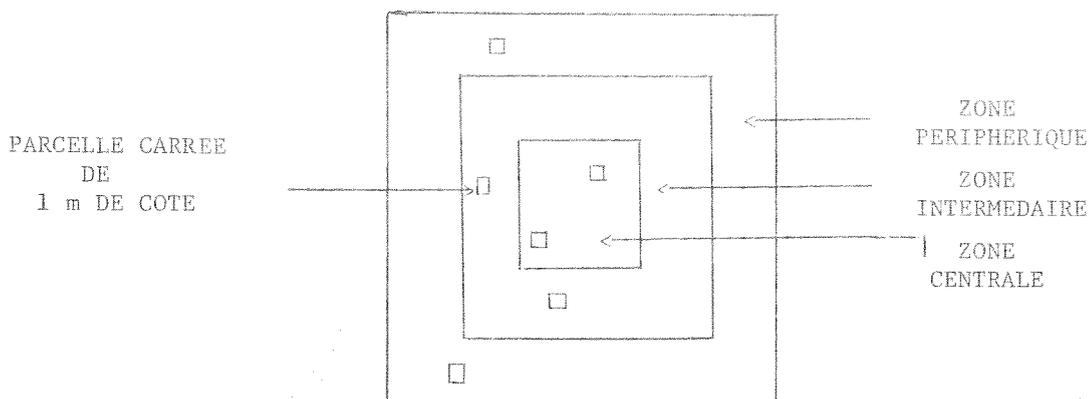
- iii) Incidence des ravageurs et maladies imputable aux facteurs agronomiques et pédologiques

4.10 Cette étude visait à déterminer le rôle des facteurs agronomiques et pédologiques, tels que le type de fumure - organique (compost, fumier de ferme, bouse de vache, etc.) ou minérale (azote sous différentes formes), à trois niveaux: léger, moyen et fort -, la méthode de semences (ensemencement, repiquage et semis à la volée), la topographie (terres basses, moyennes ou hautes) et enfin le type de sol (sableux, sableux-limoneux, limoneux, argilo-limoneux ou argileux). Dans les études de ce genre, on a fait abstraction de l'effet des strates sur l'incidence des ravageurs et maladies.

- iv) Mise au point de techniques de sondage appropriées

Utilité de la subdivision des champs

4.11 Il se peut que l'incidence des ravageurs et des maladies varie du bord du champ au centre. Dans ce cas, il convient de subdiviser le champ, puis de choisir à l'intérieur de chaque subdivision les parcelles où l'on doit effectuer les relevés (voir figure ci-après). Ainsi, afin d'étudier ce phénomène, on a recueilli pendant chaque campagne les informations décrites plus haut dans six parcelles supplémentaires choisies dans chacun des plus grands champs-témoins des différents villages sélectionnés d'une seule strate. On a choisi au hasard six parcelles carrées de 1 m de côté, à raison de deux parcelles, dans chacune des zones périphériques, intermédiaire et centrale des divers champs concernés. L'analyse a été effectuée pour chacun des ravageurs et des maladies, après transformation des données en variables normales.



Parcelles fixes ou variables

4.12 Le recueil d'observations sur le terrain vise essentiellement à estimer l'intensité ou la gravité des infestations et des infections à différents stades du cycle végétatif. A cet effet, le mieux aurait été de sélectionner à nouveau les parcelles lors de chaque relevé. Or, des difficultés pratiques nous ont contraints à conserver les mêmes parcelles pendant toute l'enquête menée à chaque campagne. Pour juger des carences de cette procédure, les observations ont été faites conjointement sur deux parcelles fixes et sur deux parcelles différentes lors de chaque relevé. L'incidence moyenne de chacun des principaux ravageurs et maladies pendant les campagnes successives a été calculée séparément; après transformation adéquate des données correspondantes, ces estimations ont été analysées afin de déterminer la différence d'incidence qui ressort des deux séries d'observations.

Nombre d'unités-échantillons à retenir à chaque degré du plan de sondage pour obtenir un degré de précision fixé au préalable

4.13 Comme indiqué ci-dessus, on a utilisé pour l'enquête un plan de sondage aléatoire stratifié à plusieurs degrés. Le village, le champ et la parcelle ont servi respectivement d'unités-échantillons primaire, secondaire et tertiaire, des zones géographiques constituant les strates. Pour connaître la dimension adéquate des unités-échantillons pour chaque degré de sondage, il faut estimer les variations correspondantes entre unités. On a donc établi ces estimations pour l'incidence des principaux ravageurs et maladies, et on s'en est servi afin de déterminer le nombre d'unités-échantillons requis à chaque degré pour obtenir un degré de précision fixé au préalable. La formule employée est indiquée ci-dessous:

$$l = \left(\sigma_v^2 + \frac{\sigma_f^2}{m} + \frac{\sigma_{mn}^2}{mn} \right) \left(\frac{100}{\bar{x}p} \right)^2$$

où (σ_v^2) , (σ_f^2) et (σ_{mn}^2) sont respectivement les composantes de variances estimées entre villages, champs et parcelles.

- (l) le nombre de villages échantillonnés dans un district;
- (\bar{m}) le nombre moyen de champs échantillonnés dans le village et
- (\bar{n}) le nombre moyen de parcelles localisées de façon aléatoire à l'intérieur du champ;
- (\bar{x}) la moyenne, calculée sur l'échantillon, de l'incidence étudiée et
- (p) l'erreur type en pourcentage de la moyenne.

4.14 Dans la formule ci-dessus, dérivée de l'estimation de la variance de l'incidence moyenne, les valeurs de \bar{x} (incidence moyenne) et de σ_v^2 , σ_f^2 et σ_{mn}^2 (composantes de variance, respectivement entre villages, champs et parcelles) sont censées être fixes, tandis que l, \bar{m} et \bar{n} peuvent changer en fonction des différentes valeurs de p. On peut, par exemple calculer le nombre de villages (l) en fonction de valeurs données de p (1,2,3,4,5,...), de \bar{m} (1,2,3,4,...) et de \bar{n} (1,2,3,4,...) puis préparer le tableau ci-après pour déterminer la taille de l'échantillon à sélectionner à chaque degré du plan de sondage, en fonction de la précision requise et utiliser les résultats à l'occasion d'enquêtes ultérieures.

TABLEAU 2: Détermination de la taille de l'échantillon nécessaire pour obtenir un degré donné de précision

$\frac{m}{n}$		p		1 %	2 %	3 %	4 %	5 %	etc.
		1	2						
1	1								
	2								
	3								
	4								
	.								
2	1								
	2								
	3								
	4								
	.								
3	1								
	2								
	3								
	4								
	.								
4	1								
	2								
	3								
	4								
	.								
etc.									

Résultats

Estimation des pertes de rendement et de l'incidence moyenne des ravageurs et des maladies

4.15 On a établi la loi de régression multiple entre rendement et incidence des principaux ravageurs et maladies pour des variétés de durées différentes, pendant chaque campagne et dans chaque district. Les équations de régression multiple ont ainsi permis de calculer par district les pertes en pourcentage imputables aux principaux ravageurs et maladies et les incidences moyennes correspondantes; ces résultats figurent au tableau 3.

4.16 On a constaté que les pertes globales en pourcentage dues à l'incidence moyenne de tous les principaux ravageurs et maladies dans le district de Cuttack étaient respectivement de 13,00, 7,13 et 11,38 pour les variétés à cycle long de sarad, à cycle court de dalua et à cycle moyen de dalua. Les erreurs types correspondantes étaient respectivement de 2,63, 6,32, et 5,72.

4.17 Dans le district de Thanjavur le pourcentage global des pertes imputables à l'incidence moyenne de l'ensemble des principaux ravageurs et maladies a atteint respectivement 4,39, 3,25, 10,46 et 3,96 pour les variétés de kurvai à cycle court et moyen et pour les variétés à cycle long de samba et de thaladi, avec des erreurs types correspondantes de 1,03, 0,33, 1,65 et 4,15.

4.18 Dans le district de West Godavari le pourcentage moyen de ces pertes, obtenu par agrégation des données sur la totalité des années étudiées, a atteint respectivement pour les cultures de kharif (variétés à cycle long) et de rabi (variétés à cycle moyen) 10,57 et 14,43, avec des erreurs types respectives de 2,06 et 2,95.

Estimation des pertes évitables de rendement

4.19 Pour estimer la perte évitable de rendement due aux ravageurs et maladies, on a sélectionné deux champs protégés dans chaque village de l'échantillon, pendant la campagne de paddy samba dans le district de Thanjavur et pendant celles de kharif et de rabi dans le district de West Godavari. Des mesures chimiques de protection des plantes ont été appliquées dans les champs protégés, conformément aux programmes (tableau 4) recommandés par le Ministère de l'agriculture des Etats en cause. Dans le district de Cuttack, on n'a pas fait d'estimations de ce genre. Les rendements obtenus dans les champs protégés et dans les champs homologues non protégés ont été analysés; les résultats relatifs à chaque district figurent au tableau 5.

4.20 La perte évitable de rendement du paddy a varié de 326 kg/ha à 552 kg/ha, avec une valeur moyenne de 411 kg/ha et une erreur type de 32 kg/ha. Dans le district de West Godavari, elle était comprise entre 76 et 204 kg/ha pendant deux campagnes, les erreurs types étant respectivement de 27 et 32 kg/ha. Les faibles valeurs observées, en particulier pendant la campagne de kharif, reflètent l'inefficacité des mesures de protection des plantes.

4.21 Compte tenu du coût des pesticides employés et de celui de la main-d'oeuvre, les traitements reviennent respectivement à Rs.100/- et Rs.67/- ha par campagne dans les districts de Thanjavur et de West Godavari. Dans l'hypothèse que le prix du paddy soit de Rs.70/-le quintal, le revenu net escompté ou de la récolte supplémentaire obtenue, après déduction du coût du traitement, appliqué selon les recommandations, s'élève à Rs.188/- par ha avec une erreur type de Rs.22/- ha pour la campagne de samba dans le district de Thanjavur et à Rs.76/- ha avec une erreur type de Rs.22/- pour la campagne de rabi dans le district de West Godavari. Ainsi, bien que la perte évitable constatée pendant la saison kharif à West Godavari soit notable, le traitement ne s'est pas révélé rentable, puisque le revenu supplémentaire n'a pas couvert le coût du programme de protection mis en oeuvre. Par ailleurs, les résultats n'ont pas fait ressortir de rapport systématique entre l'incidence des principaux ravageurs et maladies et les facteurs agronomiques et pédologiques, tels que la texture des sols, le degré de fumure et la topographie.

4.22 Les études consacrées à l'incidence des ravageurs et des maladies dans différentes parties d'un même champ, c'est-à-dire à la périphérie, dans la zone intermédiaire et au centre, n'ont fait apparaître aucune différence à cet égard. Aussi l'efficacité de l'échantillonnage n'exige-t-elle pas une telle subdivision des champs. Les estimations de l'incidence des principaux ravageurs et maladies établies à partir de parcelles fixes pour toutes les opérations d'échantillonnage de la campagne agricole n'ont généralement pas présenté de différence significative par rapport à celles obtenues sur des parcelles choisies à nouveau à chaque échantillonnage. On peut par conséquent, afin d'estimer l'incidence des ravageurs et des maladies aux divers stades du cycle végétatif, conserver les mêmes parcelles pour tous les échantillonnages successifs, sans nuire beaucoup à l'efficacité du sondage.

4.23 Pour les principaux ravageurs et les principales maladies, on a trouvé une composante de variance entre champs supérieure à celles relevées entre villages ou entre parcelles d'un même champ. D'après les résultats obtenus, on devrait être en mesure, au niveau du district, d'estimer l'incidence des ravageurs et maladies les plus notables avec une erreur type de 10% au maximum si on sélectionne 100 villages, puis quatre champs dans chaque village-échantillon, puis quatre parcelles dans chaque champ-échantillon.

TABLEAU 3: Pourcentage de perte de rendement due à différents ravageurs et maladies

District	Ravageur/maladie	Campagne agricole	Pourcentage de perte	Erreur type	Incidence moyenne	E T
Cuttack (1959-62)	Foreurs - Epis blancs	<u>Sarad</u> V.C.L.	1.01	0.50	0.83	0.07
	Foreurs des tiges - Coeurs morts	<u>Dalua</u> V.C.M.	3.23	1.17	2.43	0.13
	Helminthosporiose - Epis infectés	<u>Sarad</u> V.C.L.	12.89	2.63	1.42	0.05
	Piriculariose - Epis infectés	<u>Dalua</u> V.C.M.	2.10	0.99	0.41	0.04
Thanjavur (1962-66)	Foreurs - Epis blancs	<u>Samba</u> V.C.L.	2.24	0.76	1.95	0.05
	Foreurs des tiges - Coeurs morts	<u>Samba</u> V.C.L.	1.51	0.73	1.73	0.08
	Rats - Epis détériorés	<u>Kuruvai</u> V.C.C.	2.91	0.84	1.90	0.16
	Rats - Epis détériorés	<u>Kuruvai</u> V.C.M.	1.38	0.29	1.90	0.16
	Rats - Epis détériorés	<u>Thaladi</u> V.C.L.	2.96	0.64	2.22	0.11
	Rats - Talles coupées	<u>Kuruvai</u> V.C.M.	1.66	0.51	1.28	0.07
	Rats - Talles coupées	<u>Samba</u> V.C.L.	1.63	0.31	1.23	0.08
	Helminthosporiose - Epis infectés	<u>Samba</u> V.C.L.	5.44	0.76	1.82	0.12
	Helminthosporiose - Epis infectés	<u>Thaladi</u> V.C.L.	2.48	0.74	2.11	0.14
West Godavari (1963-67)	Foreurs - Epis blancs	<u>Thaladi</u> V.C.L.	2.48	0.74	2.11	0.14
	Foreurs - Epis blancs	<u>Rabi</u> V.C.M.	5.15	1.57	4.99	0.18
	Helminthosporiose - Epis infectés	<u>Kharif</u> V.C.L.	2.99	0.08	13.49	0.34
	Helminthosporiose - Epis infectés	<u>Rabi</u> V.C.M.	6.67	1.97	15.66	0.59
	Piriculariose - Epis infectés	<u>Kharif</u> V.C.L.	1.64	0.44	1.69	0.08
	Piriculariose - Epis infectés	<u>Rabi</u> V.C.M.	2.40	0.94	2.23	0.13

NB: V.C.C. désigne les variétés à cycle court (< 100 jours)
V.C.M. désigne les variétés à cycle moyen (100 - 130 jours)
V.C.L. désigne les variétés à cycle long (> 130 jours)

TABLEAU 4: Programme de pulvérisation appliqué dans les champs protégés

Ordre d'application des traitements	Stade de développement	Pesticide
A. Campagne de paddy samba dans le district de Thanjavur (Tamil Nadu)		
Premier	Pépinière	Poudre mouillable de H.C.H 50% à 0,1% (13,45 kg/ha) et Fytolan à 0,125% (2,41 kg/ha)
Deuxième	Un mois après le repiquage	Parathion(Folidol) à 0,025% (0,454 kg/ha) et Fytolan à 0,125% (2,241 kg/ha)
Troisième	Cribles foliaires	-- idem --
B. Campagne de paddy rabi et kharif dans le district de West Godavari (Andhra Pradesh)		
Premier	Pendant 3-4 semaines après le repiquage	A raison de 700 cc d'endrine par hectare ajoutés à 450 litres d'eau
Deuxième	De 18 à 5 jours avant l'apparition des épis	700 cc d'endrine ajoutés à 3,6 kg de fongicide mouillable pulvérulent au cuivre par hectare (mélanger 700 cc d'endrine dans 450 litres d'eau; ajouter 1 kg de fongicide au cuivre mélangé à 270 litres d'eau)

TABLEAU 5: Rendement moyen du paddy dans les champs "protégés" et non "protégés"

District	Campagne	Année	Champs non protégés (A)		Champs protégés (B)		(B-A)	
			Moyenne	E.T	Moyenne	E.T	Moyenne	E.T
Thanjavur	<u>Samba</u>	1962-63	2777	91	3168	82	391	62
		1963-64	2581	82	2955	67	374	68
		1964-65	2833	95	3385	108	552	69
		1965-66	2571	85	2897	85	326	56
		* Moyenne pondérée	2686	44	3097	43	411	32
W.Godavari	<u>Kharif</u>	1963-64	2793	86	2892	88	99	91
		1964-65	2893	87	3035	88	142	37
		1965-66	3273	128	3258	133	-15	47
		1966-67	2835	105	2930	108	95	37
		* Moyenne pondérée	2964	53	3040	55	76	27
W.Godavari	<u>Rabi</u>	1963-64	2316	103	2560	87	244	72
		1964-65	2882	144	3101	120	219	63
		1965-66	2422	195	2579	224	157	50
		1966-67	3095	105	3301	89	206	72
		* Moyenne pondérée	2683	74	2886	76	204	32

* Les nombres de paires de champs constituent les coefficients de pondération.

INSTRUCTIONS TECHNIQUES A L'INTENTION DU PERSONNEL
D'EXECUTION (PADDY)

1. Définition d'un champ: aux fins de la présente enquête on entend par champ une pièce de terrain portant une culture de paddy et clairement délimitée sur tous ses côtés par des diguettes ou par des parcelles portant d'autres cultures ou laissées incultes.

2. Toutefois, les champs tels que définis ci-dessus n'ont pas systématiquement un numéro distinctif ou ne figurent pas toujours sur la carte du village. La sélection des champs doit donc comporter deux étapes d'échantillonnage aléatoire: (i) choix du numéro de division cadastrale (cf. 4.1) et (ii) choix d'un champ (au sens de la définition du paragraphe 1) à l'intérieur de la division cadastrale retenue (cf. 4.5). Les pièces de terre désignées en vue de l'enquête doivent avoir une surface suffisante pour former une parcelle rectangulaire de 10 m x 5 m de deux parcelles carrées d'1 m de côté chacune. Ces différentes parcelles ne doivent pas se chevaucher.

3. Dans chacun des champs sélectionnés on choisit ensuite deux parcelles carrées de 1 m de côté, pour y relever des observations sur l'incidence des ravageurs et des maladies pendant le cycle végétatif et au moment de la récolte, et sur le rendement obtenu à la récolte, ainsi qu'une parcelle de 10 m x 5 m (dans les champs appariés) pour y noter le rendement au moment de la récolte.

4. Sélection des numéros de division cadastrale de Khasra et des champs:

4.1 Sélection des numéros de division cadastrale: on attribue quatre nombres aléatoires à chacun des villages retenus. Choisir le numéro cadastral égal au nombre aléatoire si ce dernier est inférieur au numéro cadastral le plus élevé pour le village; s'il est supérieur, le diviser par le nombre cadastral le plus élevé pour obtenir un reste et choisir le numéro cadastral correspondant à ce reste. Si celui-ci est nul, c'est-à-dire si un nombre aléatoire est un multiple entier du numéro cadastral le plus élevé, retenir ce dernier. Ainsi parvient-on à sélectionner quatre numéros.

4.2 Si un numéro cadastral ainsi choisi ne comporte pas une seule rizière ou si toutes les rizières qu'il englobe sont trop petites pour former les trois parcelles mentionnées ci-dessus, le remplacer par le numéro suivant par ordre croissant, et ainsi de suite. Aucun numéro cadastral ne doit être rejeté pour d'autres motifs, tels que bonne ou mauvaise récolte. Si au cours de ce processus, on en arrive au numéro cadastral le plus élevé proprement dit, il faut repartir du numéro 1. Si on aboutit plusieurs fois au même numéro cadastral (par exemple si la division donne plus d'une fois le même reste) retenir ce numéro une fois seulement, puis choisir le numéro suivant, et ainsi de suite. Pareille éventualité demeure toutefois exceptionnelle.

4.3 Exemple de sélection de numéros de division cadastrale:

Nom du village	Chintalpudi
N° de division cadastrale le plus élevé pour le village	764
Nombres aléatoires attribués	1049, 0761, 4320 et 0051
Restes de la division des nombres aléatoires par le n° de division cadastrale le plus élevé	285, 761, 500 et 51

Si la division cadastrale n° 285 estensemencée de paddy et assez grande pour former deux parcelles carrées d'un mètre de côté et une parcelle rectangulaire de 10 m x 5 m, retenir ce numéro. Si les divisions cadastrales 500 et 51 désignent des rizières et peuvent renfermer les trois parcelles, les choisir également.

Si par contre, le n° 761 ne correspond pas à une rizière, non plus que les numéros 762 à 764, il faut alors, puisque 764 est le numéro cadastral le plus élevé, commencer par le numéro 1 et le retenir s'il désigne une rizière; sinon il faut continuer jusqu'à ce qu'on arrive à un numéro de division cadastrale consacré à la riziculture. Ce processus risque d'introduire une distorsion, mais celle-ci est négligeable.

Aucun numéro de subdivision cadastrale ne doit être rejeté pour des raisons telles que croissance médiocre de la culture, présence de morceaux de terre de mauvaise qualité, etc..., ou commodité personnelle.

4.4 Si un numéro de division cadastrale sélectionné (par exemple n° 285) comprend plusieurs subdivisions, choisir le premier numéro de subdivision, c'est-à-dire 285/1. Si la pièce de terre correspondante ne porte pas de paddy, choisir le deuxième numéro de subdivision, soit 285/2 et ainsi de suite.

4.5 Sélection d'une rizière dans une subdivision cadastrale

Si dans une subdivision cadastrale la culture étudiée est pratiquée dans plus d'un champ ou si elle est délimitée en petites parcelles par des diguettes, ou d'autre façon, sélectionner le champ le plus proche du coin sud-ouest de la subdivision cadastrale en question. Au cas où deux rizières sont à égale distance du coin sud-ouest, choisir celle qui est située le plus au sud.

4.6 Sélection des champs protégés

Choisir au hasard deux des quatre champs, puis, sur les terres voisines, deux autres champs semblables aux deux premiers (mais non adjacents) quant à la variété cultivée, au mode de fumure, aux pratiques culturales, à la topographie, etc... et séparés par une distance d'au moins 30 mètres. Dans l'un des champs de chaque paire pris au hasard, on appliquera des mesures contre les ravageurs et les maladies, conformément au programme indiqué à l'annexe II (a); ces champs, dits "protégés ou traités" porteront respectivement les numéros 1B/2B, tandis que les deux autres laissés exposés à infestation/infection et dits "champs non protégés ou non traités" porteront les numéros 1A/2A. On aura donc six champs, soit deux "protégés", deux "non protégés" et deux autres numérotés 3 et 4, dits "champs témoins supplémentaires" où le cultivateur suivra sa pratique normale.

4.7 Remplir en triple exemplaire les fiches I et IA dans tous leurs détails, en consultant les cultivateurs intéressés. Sur la fiche IA mentionner explicitement la raison du rejet des numéros de cadastre 761 à 764. Transmettre immédiatement au responsable local deux exemplaires des fiches I et IA dûment remplies, et conserver le troisième exemplaire à titre de référence jusqu'à la récolte. Le responsable local envoie à son tour au bureau central un exemplaire de chaque fiche, à l'intention du coordonnateur de projet.

5. Choix au hasard de l'emplacement des parcelles

5.1 On détermine l'emplacement aléatoire des parcelles à l'intérieur du champ en prenant des distances choisies au hasard entre le coin sud-ouest de la parcelle et le coin sud-ouest du champ, comme suit:

A partir du coin sud-ouest du champ, mesurer successivement sa longueur et sa largeur, retrancher 1 m sur la longueur et 1 m sur la largeur pour délimiter une parcelle de 1 m de côté, puis 10 m sur la longueur et 5 m sur la largeur pour délimiter une parcelle de 10 x 5 m; en procédant ainsi, on évite d'avoir une parcelle qui, une fois complètement délimitée, déborderait le champ. Attribuer à chaque parcelle deux nombres aléatoires: en règle générale ces derniers correspondront à des distances très supérieures à la longueur et à la largeur du champ; aussi faut-il diviser respectivement chacun d'eux (longueur et largeur) par la longueur et la largeur réduites et utiliser les restes ainsi calculés. Les deux restes serviront à déterminer l'emplacement du coin sud-ouest de la parcelle, en indiquant sa distance par rapport au point de départ du champ, mesurée respectivement dans le sens de la longueur et dans celui de la largeur.

Si le nombre aléatoire attribué est inférieur ou égal à la longueur ou à la largeur réduite correspondante, il faut le considérer comme étant le reste.

5.2 Exemple de localisation aléatoire d'une parcelle de 10 m x 5 m dans un champ

Supposons que, dans l'exemple du paragraphe 4.3, la longueur et la largeur du champ sélectionné, soit le numéro cadastral 285/2, soient respectivement de 62 m et de 39 m et les nombres aléatoires attribués à l'assistant local pour délimiter la parcelle soient respectivement 242 et 175, pour la longueur et la largeur:

la longueur moins 10 équivaut à $62 - 10 = 52$

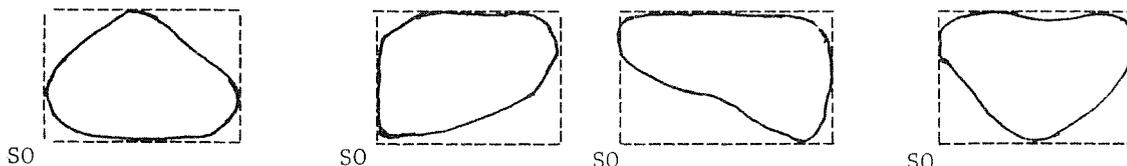
la largeur moins 5 équivaut à $39 - 5 = 34$

52/	/4	34/	/5
242		175	
<u>208</u>		<u>170</u>	
34 (reste correspondant à une longueur)		5 (reste correspondant à une largeur)	

La paire de restes obtenus (34,5), indique que le coin sud-ouest de la parcelle à jalonner se trouvera à une distance de 34 m du coin sud-ouest du champ longitudinalement et à une distance de 5 m mesurée perpendiculairement à la longueur. Le point atteint en mesurant ces distances sera le coin sud-ouest de la parcelle, laquelle devrait se trouver éloignée du point de départ du champ. La longueur de la parcelle doit être parallèle à celle du champ et sa largeur perpendiculaire à sa propre longueur (appendice I(a)).

5.3 Localisation des parcelles dans un champ de forme irrégulière

Si le champ retenu est de forme irrégulière, il faut l'inscrire dans un rectangle extérieur de dimensions minimales. On mesure la longueur et la largeur de ce rectangle, aux fins de localiser l'emplacement du coin sud-ouest de la parcelle à délimiter. Le coin sud-ouest du rectangle ne coïncide pas nécessairement avec celui du champ, comme on peut le voir sur le schéma ci-dessous:



On doit déterminer l'emplacement du coin sud-ouest de la parcelle par rapport à celui du rectangle extérieur en utilisant les nombres obtenus au moyen des nombres aléatoires, tel qu'indiqué ci-dessus.

6. Jalonnement des parcelles

6.1 Jalonnement d'une parcelle carrée de 1 m de côté:

Repérer le coin sud-ouest de la parcelle comme expliqué au paragraphe 5.1 et y planter un piquet pour en marquer l'emplacement. Installer le cadre de façon à faire coïncider son coin sud-ouest avec celui de la parcelle et orienter un des côtés parallèlement à la longueur du champ. Planter des piquets aux trois autres angles du cadre et un piquet aussi rapproché que possible de la plante centrale. Effectuer les observations sur les plantes situées à l'intérieur du cadre d'après l'emplacement des racines. Une plante située juste sur la limite de la parcelle doit être incluse ou exclue selon que plus de la moitié du pied se trouve à l'intérieur ou à l'extérieur de la parcelle.

6.2 Jalonnement d'une parcelle rectangulaire de 10 m x 5 m:

Cette parcelle est jalonnée au moment de la récolte. Repérer le coin sud-ouest de la façon indiquée au paragraphe 5.1 et y planter un piquet droit, qui marque l'endroit du premier coin de la parcelle. Marcher à partir de cet endroit dans le sens de la longueur du champ et fixer un deuxième piquet à une distance de 10 m. La ligne reliant le premier et le deuxième coins est la ligne de référence. Marquer aussi l'emplacement du milieu (M) de cette ligne en mesurant une distance de 5 m à partir du premier coin.

Les coins 3 et 4 seront marqués en utilisant deux fois successivement la méthode de la triangulation. Pour marquer le coin numéro 3, placer un homme au coin numéro 2 et un autre au point M. Le premier tient le mètre à ruban, à la graduation zéro, le second à celle de 12,07 m. Une troisième personne tendant le ruban jusqu'à 5 m du point de départ atteint automatiquement l'emplacement du coin numéro 3 et y plante un piquet. Procéder de la même façon à partir du coin numéro 1 et du milieu de la ligne de référence, (point M) pour déterminer l'emplacement du coin numéro 4 et y planter un piquet. Vérifier si la distance séparant ces deux derniers points est bien de 10 m et modifier si nécessaire la position du piquet numéro 4 seulement, mais non celle des autres piquets.

Choisir de grands piquets bien droits et les fixer solidement dans le sol. Attacher une corde bien tendue autour des piquets et l'abaisser progressivement jusqu'au niveau du sol. En suivant la position de la corde sur le sol, jalonner nettement la parcelle, de façon à bien la repérer au moment de la récolte, en n'y incluant que les plantes situées à l'intérieur, suivant la position des racines. Inclure une plante située sur la limite de la parcelle si plus de la moitié du pied est à l'intérieur mais l'exclure si plus de la moitié est à l'extérieur.

6.3 Une série de trois paires de nombres aléatoires sera attribuée aux champs sélectionnés pour localiser deux parcelles carrées de 1 m de côté et une parcelle rectangulaire de 10 m x 5 m. Il y aura donc six séries en tout, chacune composée de trois paires de nombres aléatoires pour six champs choisis dans chacun des villages retenus.

Si la parcelle localisée par la méthode ci-dessus n'est pas située entièrement à l'intérieur du champ, en raison de la forme irrégulière de ce dernier, il faut rejeter la paire correspondante de nombres aléatoires et essayer une des paires attribuées au deuxième champ et ainsi de suite jusqu'à ce que la parcelle se trouve à l'intérieur du champ.

6.4 Chevauchement de parcelles: Supposons un chevauchement de la deuxième parcelle (1 m x 1 m) avec la première (1 m x 1 m) ou de la troisième (10 m x 5 m) avec la première ou la seconde; il faut alors rejeter la paire correspondante de nombres aléatoires et essayer une des paires attribuées au deuxième champ et ainsi de suite jusqu'à élimination des chevauchements de parcelles.

Statification et sélection des villages

1. La région qui doit faire l'objet de l'enquête est divisée en strates homogènes, essentiellement caractérisées par leur contiguïté géographique et dans toute la mesure du possible, par leur homogénéité du point de vue du climat, des sols, des plans de culture, des variétés cultivées, etc. Dans chaque strate l'enquête se fait par variété.

2. On établit une liste alphabétique des villages pratiquant la riziculture pour sélectionner un certain nombre d'entre eux (par exemple six par strate) par la méthode du sondage aléatoire simple; l'exemple ci-dessous explique comment choisir les villages à l'intérieur d'une strate.

3. Supposons que dans une strate, 40 villages cultivent la variété de riz étudiée. On dresse la liste des villages en les classant par ordre alphabétique et en leur attribuant des numéros d'ordre; comme la strate contient au total 40 villages, il faut utiliser, pour opérer la sélection, des tables de nombres aléatoires à deux chiffres. La division par 40 du nombre de deux chiffres le plus élevé, soit 99, donne un reste égal à 19. Aussi l'emploi des tables de nombres aléatoires de deux chiffres pour le tirage au hasard des villages à l'intérieur de la strate exclura-t-il 19 nombres consécutifs à partir de 99 dans l'ordre décroissant (tous les nombres de 81 à 99). En outre, si 00 est tiré comme nombre aléatoire, il est également rejeté. Par contre, si l'on tire de la table un nombre quelconque compris entre 01 et 40, on choisit le village portant le numéro d'ordre égal au nombre tiré. Si, d'autre part, on tire un nombre compris entre 41 et 80, il faut le diviser par 40, le reste obtenu désignant alors le numéro d'ordre du village à retenir. Enfin, si le nombre lu dans la table est exactement divisible par 40, on retient le village portant le numéro 40. Se reporter maintenant à la table à partir de la dernière lecture qu'on retrouve en consultant le carnet de nombres aléatoires (dont la tenue à jour permet de vérifier les derniers numéros de colonne et de ligne utilisés). Lire les nombres inscrits par colonne à partir du dernier nombre préalablement utilisé: soit par exemple, 86, 83, 80, 68, 40, 99, 38, 96, 24, 06, 81, 99, 91, 03, 27, 51, 48, 05, etc. Les deux premiers de cette série, c'est-à-dire 86 et 83 doivent être rejetés, puisque supérieurs

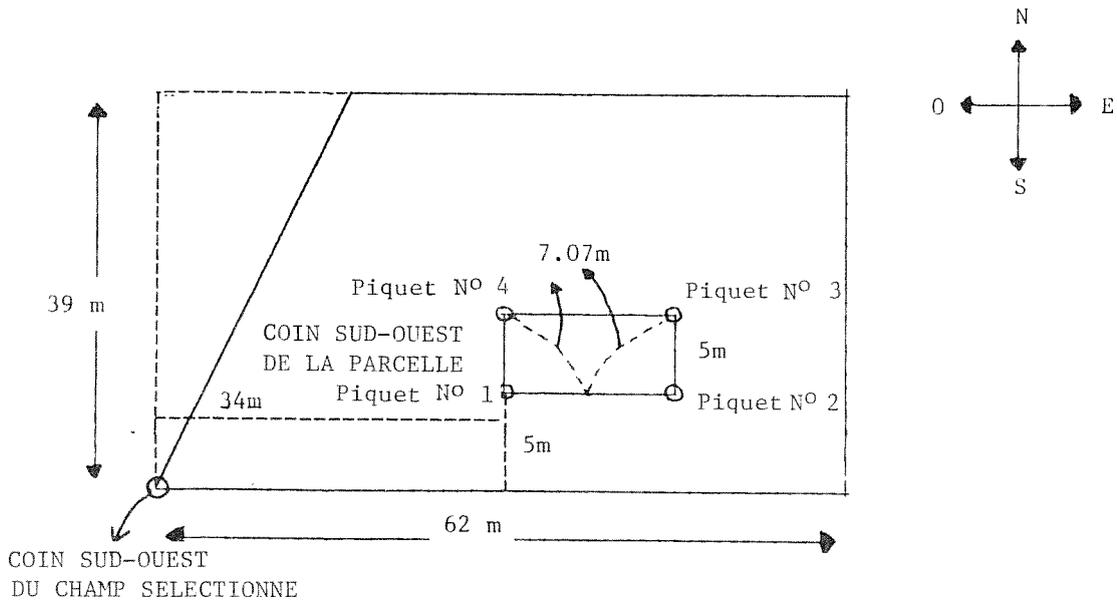
à 80. Le troisième, 80, étant un multiple entier de 40, c'est le village portant le numéro 40 qui est choisi. Calculer ensuite le reste de la division du quatrième nombre par 40: le résultat obtenu, à savoir 28, désigne donc le 28ème village de la liste. Le cinquième nombre de la série se trouve égal à 40, également multiple entier de 40, mais doit être écarté puisque le village numéroté 40 a déjà été choisi. Il faut aussi écarter le sixième nombre de la série, soit 99 (supérieur à 80). Le nombre suivant est 38 et permet de retenir le 38ème village de la liste. Le huitième nombre aléatoire à savoir 96, est rejeté, mais le suivant, 24, autorise le choix du 24ème village. La série continue par le nombre 06 et permet de sélectionner le village numéro 6, tandis que les trois nombres suivants, soit 81, 99 et 91 sont éliminés car tous supérieurs à 80. Enfin, le nombre subséquent est 03 et conduit au choix du village numéro 3. Les six villages choisis au hasard dans la strate portent donc les numéros d'ordre 40, 28, 38, 24, 06 et 03. Si pour une raison quelconque, l'un ou l'autre d'entre eux ne répond pas à l'objectif de l'enquête, il faut l'écarter et lui substituer un autre village en reprenant la méthode décrite ci-dessus. Il faut consigner les raisons justifiant le rejet d'un village. La sélection des villages dans les autres strates se fait selon la même méthode.

ILLUSTRATION

LOCALISATION ALEATOIRE ET JALONNEMENT D'UNE PARCELLE (10 m x 5 m)

LES NOMBRES ALEATOIRES ATTRIBUES A CET EFFET SONT

242 (POUR LA LONGUEUR) ET 175 (POUR LA LARGEUR)



1. Longueur du champ sélectionné = 62 mètres (L)
Largeur du champ sélectionné = 39 mètres (l)
2. $L-10 = 62-10 = 52$
 $l-5 = 39-5 = 34$
3. Après division par 52 du nombre aléatoire 242 et par 34 du nombre 175, les restes obtenus sont respectivement 34 et 5 pour la longueur et la largeur,
4. A partir du coin sud-ouest du champ, marcher vers l'intérieur sur une distance de 34 m dans le sens de la longueur, puis sur 5 m dans le sens perpendiculaire; l'emplacement ainsi atteint est le coin sud-ouest de la parcelle.

OBSERVATIONS SUR LES RAVAGEURS ET LES MALADIES
ET MESURES DE LUTTE (PADDY)

1. Observations sur les ravageurs

1.1 Foreur de tige (Tryporyza incertulas): Compter le nombre de coeurs détruits dans chaque parcelle. Symptômes: talle dont la pousse centrale se flétrit et sèche. Le coeur se détache facilement par traction ou cassure et est endommagé par les larves.

Au moment de la récolte, dénombrer les épis blancs dus à l'action des foreurs dans la parcelle. Un épi blanc est une panicule dont tous les épillets sont pailleux. Il y a généralement un trou au niveau ou au-dessus du deuxième noeud de la touffe à partir du haut. L'épi blanc se détache facilement par traction et brisure et présente des signes de dommages dus aux larves. Compter également les épis partiellement abîmés par les foreurs.

1.2 Cécidomyi (Parchydiplosis oryzae): Compter le nombre de pousses argentées dans la parcelle. Une pousse argentée est une longue excroissance tubulaire qui s'est substituée à la pousse centrale normale d'une talle.

1.3 Punaise verte du riz (Leptocorisa acuta): Dénombrer les talles/épis endommagés par cet insecte, de couleur jaune verdâtre qui se caractérise par de longues pattes et une odeur particulière: adultes et nymphes sucent le suc des épis.

Relever le nombre d'insectes adultes par coup de filet au moyen de la méthode ci-dessous.

On appelle coup de filet un mouvement semi-circulaire ou suivant un arc de 180°, imprimé à un filet de capture de 30 cm de diamètre, tenu verticalement. Le manche doit avoir au moins 1 mètre de long. Après chaque coup de filet on tue les insectes en les plaçant dans la bouteille de cyanure fournie à cet effet, et on les compte avant le coup suivant. Il faut procéder à cinq prises dans chaque champ sélectionné, une sur chacun des quatre côtés et une au centre.

1.4 Cochenille farineuse (Ripersia oryzae): Dénombrer les talles détruites. L'infestation est localisée et les plantes présentent un aspect chétif et flétri. En cas d'infestation grave, les épis ne se forment pas. Les insectes sont groupés en colonies entre la tige et la gaine foliaire. En tirant sur la gaine d'une feuille on aperçoit un grand nombre d'insectes recouverts d'une poudre farineuse blanche.

1.5 Chenille légionnaire (Spodoptera mauritia): Dénombrer les larves présentes sur les touffes choisies dans chaque parcelle. La chenille légionnaire adulte présente un aspect lisse de couleur vert foncé, avec de légères rayures dorsales longitudinales blanches ou sombres. Elles mordillent les feuilles.

1.6 Tordeuse des feuilles (Cnaphalocrocis medinalis): Dénombrer dans chaque parcelle les talles endommagées et les feuilles enroulées. Compter également le nombre de larves présentes sur les touffes choisies dans chaque parcelle. La larve racle le tissu foliaire vert et se loge à l'intérieur des bords repliés des feuilles pour s'y métamorphoser en nymphe.

1.7 Cicadelles vertes (Nephotettix tettiogonally spectra): On capture ces insectes en même temps que les punaises vertes. Après les avoir triés, on les compte dans le tube de verre fourni à cet effet. Les cicadelles sont de petits insectes cunéiformes à tête ronde. Ils sont de couleur verte, avec éventuellement des traits noirs, ou brune noirâtre ou encore blanche pâle.

1.8 Hispa ou "pou" du riz (Hispa armigera): On capture ces insectes comme indiqué ci-dessus. Dénombrer les insectes adultes pris à chaque coup de filet. Petit coléoptère bleu noir, le pou du riz a le corps entièrement hérissé de nombreuses petites épines.

1.9 Sauterelle (Neuroglyphus oxya velose): On procède de la même façon que pour les autres insectes. Compter le nombre d'insectes adultes par coup de filet; les adultes sont de robustes insectes volants.

1.10 Fulgoridés (Nilaparvata sordescens), teignes Tryporyza et Spedoptera: Même procédé de capture. Compter séparément les nombres d'insectes adultes capturés à chaque coup de filet.

1.11 Chenille à fourreau (Nymphula depunctalis): Compter le nombre de talles endommagées et de gaines tubulaires de chenilles à fourreau dans chaque parcelle. Ces chenilles verdâtres coupent les feuilles, fabriquent des gaines tubulaires et se nourrissent du tissu foliaire vert.

1.12 Rats: Compter le nombre de talles/d'épis endommagés par les rats dans chaque parcelle.

1.13 Autres ravageurs: Relever, le cas échéant, les observations concernant d'autres ravageurs.

2. Observations sur les maladies

2.1 Piriculariose (Pyricularia oryzae)

Symptômes: Toutes les parties aériennes de la plante présentent des symptômes de cette maladie. On aperçoit sur les feuilles de grandes taches fuselées, blêmes au centre et rouges brunâtres sur les bords. En cas d'infection grave, plusieurs taches fusionnent et détruisent tout le limbe. Les noeuds noircissent. Lorsque le noeud principal d'où sort l'épi est noirci, ou vire au brun foncé, il s'agit alors de la piriculariose des collets. Les épis risquent de se casser en totalité ou en partie au niveau du collet ou des ramifications, d'où une perte de rendement. Les épis infectés au collet sont pratiquement vides.

Compter séparément dans chaque parcelle le nombre de talles présentant des signes d'infection des noeuds, du collet, de l'épi et de la feuille, ainsi que le nombre de feuilles infectées par la piriculariose. Pour mesurer la gravité de la maladie, prendre deux plantes, respectivement à l'angle sud-ouest et au centre de chacune des deux parcelles carrées sélectionnées de 1 m de côté et choisir sur chacune de ces plantes la feuille la plus atteinte; noter alors l'état de ces feuilles en consultant la table de pointage remise à cet effet. Il y a 8 graduations d'infection des feuilles par la maladie, étalonnées de 1 à 8 (cf. annexe V).

Au moment de la récolte, compter le nombre d'épis infectés au collet et d'épis infectés dans chacune des parcelles sélectionnées.

2.2 Helminthosporiose (Helminthosporium oryzae): Cette maladie infecte la feuille, la gaine foliaire, les noeuds et les grains. On observe sur les feuilles l'apparition de petites taches brunes de forme irrégulière, ovale à circulaire, d'environ 2,5 mm de diamètre et comportant une zone centrale nettement plus sombre. On constate parfois, mais rarement, la formation de taches plus grandes, dont les dimensions peuvent atteindre 10 mm x 7-8 mm. En cas d'infection grave, noeuds et collets peuvent être touchés, comme pour la piriculariose. Les grains sont alors sérieusement tachetés et sont raccornis ou pailleux.

Dénombrer dans chaque parcelle les talles comportant des feuilles infectées, ainsi que les feuilles et les épis infectés. Pour mesurer la gravité de l'infection, effectuer les observations sur la feuille la plus atteinte dans chacune des deux parcelles sélectionnées, comme pour la piriculariose. Si la feuille choisie dans ce dernier cas présente en outre le degré maximum d'infection par l'helminthosporiose, noter séparément cette même feuille pour l'infection par chacune des deux maladies. Il y a 9 graduations d'infection des feuilles par la maladie, étalonnées de 1 à 9 (cf. Annexe V).

Au moment de la récolte, compter le nombre d'épis infectés par l'helminthosporiose dans chaque parcelle.

2.3 Flétrissement bactérien

Symptômes: formation de stries linéaires entre les veines du limbe et la gaine. Les stries sont gorgées d'eau, brun clair ou décolorées avec un suintement superficiel. La maladie provoque un brunissement ou un noircissement des grains.

Compter le nombre de talles présentant des signes de flétrissement bactérien et le nombre de feuilles infestées par cette maladie dans chaque parcelle. Pour mesurer la gravité de l'infection, confronter avec la table de pointage la feuille la plus infectée de chacune des plantes sélectionnées dans chaque parcelle, comme pour la piriculariose et l'helminthosporiose.

2.4 Pourriture de la tige (Sclerotium oryzae):

Symptômes: noires, rondes et de la grosseur d'un grain de moutarde, les sclérotos germent au niveau de l'eau et pénètrent la gaine foliaire extérieure, provoquant un brunissement à cet endroit et un jaunissement de la feuille correspondante. La tache brunâtre s'étend simultanément vers le haut et vers le bas, puis noircit au fur et à mesure que progresse l'infection, après quoi la gaine de la feuille commence à pourrir.

Si l'on tranche le coeur d'une touffe ou d'une tige, on peut y apercevoir un grand nombre de sclérotos noires et parfois de mycéliums grisâtres. Les tiges versent et se cassent, d'où le nom donné à cette maladie "pourriture de la tige". Les épis des plantes affectées sont pratiquement vides.

Compter le nombre de talles détruites sur chacun des plants choisis dans une parcelle; noter l'intensité du jaunissement sur les feuilles centrales et périphériques de chacun des plants sélectionnés en utilisant l'échelle suivante (i) léger, (ii) moyen et (iii) grave.

Au moment de la récolte, compter le nombre d'épis vides par suite de la pourriture de la tige dans chacune des parcelles.

2.5 Pourriture des racines ou piétin

Symptômes: dans certaines conditions défavorables le système racinaire de la plante affectée s'affaiblit considérablement. Les racines s'amincissent et commencent à pourrir en dégagant une odeur fétide. Le pourrissement des racines provoque à son tour le jaunissement des parties aériennes de la plante et en particulier des feuilles, dont la teinte peut virer dans certains cas au brun ou au rouge brunâtre. Des maladies à taches foliaires, telles que l'helminthosporiose, la cercosporiose, etc., prolifèrent sur les plantes ainsi touchées. La croissance s'arrête alors à partir de quelques talles. L'épiaison est incomplète et les épis qui apparaissent sont atrophiés ou tordus et presque entièrement vides. Il convient d'observer le jaunissement des feuilles sur les plants sélectionnés et de noter l'intensité de ce phénomène sur les feuilles centrales et périphériques, au moyen des graduations suivantes: (i) légère, (ii) modérée et (iii) forte dans le cas de la pourriture des tiges. Il faut en outre relever le degré d'atrophie chez chacun des plants sélectionnés: (i) légère, (ii) modérée, et (iii) forte.

2.6 Fusariose (Fusarium moniliforme)

Symptômes: dans les lits de semis, les jeunes plants pâlisent, mincissent, deviennent longs et secs, puis se racornissent et meurent. Les plantes matures affectées sont beaucoup plus grandes que les normales et comportent des épis minces et allongés, qui tendent à passer au stade des criblures foliaires avant les autres parties de la plante. Aux noeuds ou sur les gaines, on distingue la prolifération rose du champignon.

Compter dans chaque parcelle le nombre de pousses ou de talles anormalement grandes et minces.

2.7 Faux charbon (Ustilaginoidea virens)

Symptômes: les ovaires de quelques grains se transforment en grosses masses d'un vert velouté, quelques grains seulement de chaque épi étant généralement touchés.

Compter dans chaque parcelle le nombre de grains ou d'épis infectés par le faux charbon.

2.8 Carie (Neovossia horrida)

Symptômes: cette maladie affecte certains grains contenant alors une masse noire poudreuse de spores; parfois des caryopses commencent à se développer.

Compter dans chaque parcelle le nombre de talles et d'épis infectés par la carie.

2.9 Maladie "stackburn" (Trichoconis padwickii)

Symptômes: les taches foliaires dues à cette maladie sont grandes, de forme ronde à ovale et de 3 à 9 mm de diamètre; elles sont brun foncé à la périphérie et gris sombre au centre.

Compter dans chaque parcelle le nombre de talles présentant des signes d'infection foliaire, ainsi que le nombre de feuilles infectées.

2.10 Autres maladies: noter, le cas échéant, les observations relatives à d'autres maladies.

3. Mesures phytosanitaires adoptées dans les champs protégés

3.1 Il convient, pour lutter contre les ravageurs et les maladies dans les champs protégés, d'appliquer des mesures de protection des plantes conformément au programme indiqué à la fin de cette annexe.

3.2 Préparation du matériel de pulvérisation

3.2.1 Le liquide à pulvériser indiqué ci-dessous est prévu pour une superficie d'1/10ème d'hectare, dans l'hypothèse où l'on dispose d'un pulvérisateur manuel. Il faut prévoir en conséquence les quantités nécessaires pour les champs de superficies différentes.

3.2.2 Traitement des semences: mélanger 100 mg (0,1 g) de streptocycline et 2 g de composé mouillable organomercurique à 1% dans 3,6 litres d'eau. Cette quantité de pesticide suffit au traitement de 2,5 à 3 kg de semences qu'il faut prévoir pour une surface de 1/10ème d'hectare.

3.2.3 Pépinière (1/100ème d'hectare). Pour la première pulvérisation mélanger 3 cc de Parathion 50% ou 7,2 cc de composé d'endrine EC 20%, ou encore 14,4 g de DDT 50% ajoutés à 14,4 g de HCH 50% (poudre mouillable) dans 0,6 litre d'eau. Pour la deuxième pulvérisation, utiliser le même liquide après y avoir ajouté 40 mg de streptocycline.

3.2.4 Champ (1/10ème d'hectare)

Pour la première pulvérisation, mélanger 37,5 cc de parathion 50% ou 90 cc d'endrine EC 20%, ou encore 225 g de DDT 50% ajoutés à 225 g de HCH 50% (poudre mouillable), dans 6 litres d'eau.

Pour la seconde pulvérisation, effectuer la même préparation et ajouter 500 mg de streptocycline au liquide obtenu. Pour la troisième, mélanger 45 cc de parathion 50% ou 108 cc d'endrine EC 20%, ou encore 270 g de DDT 50% mélangés à 270 g de HCH 50% (poudre mouillable), dans 6 litres d'eau. Ajouter également 60 mg de streptocycline au mélange.

Pour la quatrième pulvérisation, mélanger 60 cc de parathion 50% ou 144 cc d'endrine EC 20%, ou encore 360 g de DDT 50% mêlés à 360 g de fongicide au cuivre 50% dans 6 litres d'eau. Ajouter en outre au mélange 800 mg de streptocycline.

3.3 Choix du moment d'application des pesticides

Il faut appliquer les pesticides au moment indiqué dans le programme de protection des plantes, en évitant d'effectuer le traitement pendant les pluies, qui entraîneraient les produits. La pulvérisation doit bien couvrir la totalité des surfaces cultivées; s'il pleut par la suite il faut répéter l'opération, sauf peut-être si la pluie survient seulement 6 à 8 heures après. Une nouvelle pulvérisation sera néanmoins nécessaire si les ravageurs et maladies ne sont pas éliminés à cause de pluies consécutives à l'utilisation de pesticides.

La solution à pulvériser doit atteindre la surface cultivée sous forme finement atomisée. Le produit doit être préparé avec de l'eau neutre car certains pesticides se mélangent mal aux eaux dures et alcalines.

3.4 Entretien du matériel phytosanitaire

Les précautions suivantes s'imposent pour garantir l'entretien et le bon état du matériel phytosanitaire:

- i) Laver soigneusement les pulvérisateurs à l'eau propre après usage.
- ii) Laver également les tuyaux, les buses et les crépines.
- iii) Réviser le matériel très souvent; graisser et lubrifier les pièces mobiles.
- iv) Ne pas plier à angle vif les tuyaux de caoutchouc lorsque l'équipement fonctionne. Les démonter et les enrouler lorsqu'ils ne sont pas en service.
- v) Contrôler le bon état des vannes, et démonter celles qui sont usées pour les remplacer par des neuves.
- vi) Ne pas jeter les buses des pulvérisateurs à même le sol. Poser les pièces, etc. démontées lors d'une réparation, sur une toile ou sur une bâche.
- vii) Conserver en permanence un stock suffisant de pièces de rechange et une trousse de réparation.
- viii) Filtrer le liquide à pulvériser pour éliminer la poussière et éviter l'encrassement des buses et des tuyaux d'alimentation.
- ix) Ne pas laisser le matériel dehors lorsqu'il ne sert pas. S'il doit rester inutilisé pendant un mois ou davantage, le démonter et entreposer les pièces dans un endroit sûr.
- x) Prendre toutes les précautions nécessaires lors du déplacement de l'équipement et de son transport d'un endroit à un autre.
- xi) Ne pas réparer ou utiliser l'équipement à moins de savoir exactement comment procéder.

3.5 Précautions à prendre pour manutentionner et utiliser les pesticides

Comme les pesticides contiennent des substances toxiques, ils risquent à des degrés divers d'empoisonner les animaux. Aussi faut-il prendre toutes les précautions possibles lors de la manutention, de l'entreposage et de l'emploi des pesticides.

Soin personnel et conscience des responsabilités sont indispensables pour éviter tout dommage, direct ou non, aux êtres humains, aux animaux et biens matériels.

Voici les précautions générales à adopter dans la manutention et l'utilisation des pesticides:

- i) Lire toujours attentivement l'étiquette et observer les instructions du fabricant.
- ii) Ne tenir les pesticides que dans des récipients étiquetés.
- iii) Conserver les pesticides dans un local sûr et fermé à clé, hors de portée des enfants, des individus irresponsables et des animaux familiers.
- iv) Ne jamais entreposer de pesticides près de produits alimentaires ou de médicaments.

- v) Ne pas se servir de récipients ayant contenu des pesticides dangereux à un autre usage que le stockage de pesticides. Jeter les récipients vides inutilisés.
- vi) Pour manipuler les pesticides dangereux, employer des vêtements et autres moyens de protection.
- vii) Ouvrir les sacs de pesticides en les coupant à l'aide d'un couteau et non en les déchirant.
- viii) Préparer les liquides à pulvériser qui contiennent des pesticides concentrés et dangereux dans des récipients profonds, au moyen de mélangeurs dotés de longs manches afin de protéger l'opérateur des éclaboussures et de lui permettre d'agiter le produit sans devoir se baisser.
- ix) Se laver soigneusement les mains à l'eau et au savon dans tous les cas suivants:
 - a) après avoir rempli le pulvérisateur,
 - b) avant de manger, de boire ou de fumer, et
 - c) à la fin de la journée de travail.
- x) Éliminer avec soin l'eau ou tout autre liquide ayant servi à laver l'équipement. Les disperser sur un terrain nu ou les jeter dans une fosse profonde.
- xi) Ne jamais souffler ou aspirer dans un asperseur une buse ou autre pièce du matériel de pulvérisation, ni y mettre la bouche.
- xii) Utiliser des vêtements de travail spéciaux qu'il faut laver et changer aussi souvent que possible.
- xiii) Ne pas laisser l'opérateur travailler plus de huit heures par jour. Soumettre périodiquement à un examen médical les opérateurs qui manutentionnent des pesticides dangereux.
- xiv) Ne pas laisser la nourriture ou l'eau de boisson à proximité des pesticides ni dans le périmètre traité.
- xv) Observer lors du transport des pesticides par le train ou par la route, toutes les précautions prescrites par le fabricant et par les services de transport.
- xvi) Au cas où se manifesteraient des malaises pendant ou peu après une pulvérisation ou un poudrage, envoyer immédiatement le patient à l'hôpital le plus proche ou appeler un médecin.

4. Récolte du produit

4.1 Il ne faut pas récolter les cultures en dehors de la parcelle avant que la récolte de cette dernière n'ait été portée à l'aire de battage etc. Ainsi, vous pourrez vérifier que les ouvriers n'ont effectivement récolté que la parcelle délimitée par vos soins.

4.2 Terminer de préférence la récolte avant midi. Etaler et laisser sécher un certain temps le produit récolté (sans laisser aucun plant ou épi dans la parcelle) sur un morceau de toile, avant le battage. Battre ensuite le produit au moyen d'un fléau ou en le piétinant sur une grosse toile puis le vanner à l'aide d'un soopa. Le produit nettoyé doit être pesé soigneusement et avec précision au gramme près.

4.3 L'assistant local doit toujours surveiller personnellement les opérations de battage et de pesée; normalement, celles-ci devraient être terminées le jour même de la récolte, à moins que l'humidité du produit soit telle que les grains ne puissent se séparer des épis; en pareil cas, il faut prévoir avant le battage, une journée ou deux de séchage, sous le contrôle personnel de l'assistant local.

4.4 Veiller tout particulièrement à éviter toute perte de grains aux divers stades: récolte, transport à l'aire de battage, battage, vannage, nettoyage et pesée. S'assurer spécialement que tout le grain est bien séparé des épis et qu'il est exempt de poussière.

4.5 Noter le poids du produit récolté au jour de la récolte et les autres indications requises sur la fiche III, puis l'adresser en double exemplaire au responsable local. Celui-ci doit en envoyer un exemplaire au bureau central, à l'intention du coordinateur de projet et conserver l'autre dans son bureau à titre d'archive et de référence.

5. Evaluation du séchage

5.1 Les essais de séchage doivent être faits sur le produit récolté dans les parcelles rectangulaires de 10 m x 5 m des champs N° 1A, 1B, 2A et 2B du premier village attribué à l'assistant local.

5.2 L'évaluation du séchage a pour but de déterminer le poids de la récolte en termes de grain sec.

5.3 Immédiatement après la pesée faite le jour de la récolte, stocker dans un sac le grain de la parcelle. Sceller le sac et l'identifier avec précision en indiquant sur une étiquette le numéro de division cadastrale et, le cas échéant, de subdivision cadastrale, celui du champ, la date de la récolte et le nom du cultivateur correspondant. Porter le sac au bureau, le garder à cet endroit pendant au moins deux semaines jusqu'à ce que le produit soit parfaitement sec. L'exposer au soleil dans tous les cas où cela sera possible.

5.4 Une fois le produit parfaitement sec, le peser au gramme près et noter le poids sur la fiche IIIA.

5.5 Ne relever le poids sec qu'à partir du moment où la pesée donne des indications constantes. A cet effet, et après une dizaine de jours, peser le produit tous les deux jours, jusqu'à ce que deux mesures consécutives soient identiques.

5.6 Il ne doit y avoir aucune perte de produit pendant la période de séchage ou d'exposition au soleil.

5.7 Renvoyer le produit au cultivateur sitôt l'évaluation terminée.

6. Expédition des fiches

6.1 La fiche I donne des renseignements d'ordre général et différentes indications particulières concernant les champs sélectionnés dans chaque village échantillon, tandis que la fiche IA fournit des informations détaillées sur la sélection des champs et sur la localisation des parcelles dans ces derniers en vue des essais. Les essais effectués dans chacun des villages sélectionnés feront l'objet d'une fiche distincte. L'assistant local doit remplir la fiche I en deux exemplaires et les envoyer au responsable local, suffisamment avant la date du relevé des observations. Le responsable local vérifie les fiches, informe l'assistant local des écarts éventuels et le cas échéant, les corrige. Il envoie ensuite un exemplaire de la fiche I à l'intention du coordonnateur de projet au bureau central et conserve l'autre exemplaire dans son bureau, aux fins d'archive et de référence. Avant d'envoyer la fiche I au responsable local, l'assistant local doit veiller à porter les informations appropriées sur la fiche II. Il devra conserver la fiche IA jusqu'à ce que la récolte soit terminée puis l'adressera alors en double exemplaire au responsable local, avec les fiches III et IIIA.

6.2 La fiche II contient les observations détaillées recueillies pendant le cycle végétatif. Pour le paddy repiqué, la première observation sera faite environ 4 semaines après le repiquage, et les observations suivantes auront lieu à peu près toutes les 4 semaines jusqu'au moment de la récolte et pendant cette période. La fiche II doit être remplie en double exemplaire immédiatement après chaque relevé, puis adressée au responsable local une fois effectuées et enregistrées toutes les observations durant le cycle végétatif. Le responsable local vérifie les fiches, informe l'assistant local des écarts éventuels et, le cas échéant, les corrige. Il envoie ensuite un exemplaire de la fiche II au coordonnateur de projet au bureau central, et conserve l'autre exemplaire aux fins d'archive et de référence. Avant d'adresser la fiche III au responsable local, l'assistant local note sur la fiche IIIA les résultats de la pesée au jour de la récolte, ainsi que les autres indications nécessaires.

6.3 La fiche IIIA sert à relever le résultat de l'évaluation du séchage. L'assistant local doit remplir cette fiche en double exemplaire, avant de l'envoyer au responsable local sitôt terminée l'évaluation du séchage. Elle sera également vérifiée par le responsable local, lequel en transmettra un exemplaire au bureau central à l'intention du coordonnateur de projet et conservera l'autre dans son bureau, aux fins d'archive et de référence.

6.4 L'assistant local doit penser à emporter les fiches I et IA lorsqu'il se rend au village pour sélectionner les numéros de division cadastrale et les champs échantillons, localiser les parcelles à l'intérieur de ces derniers et recueillir des informations d'ordre général et différentes indications détaillées sur les champs ainsi choisis; il doit emporter également les fiches II lorsqu'il visite les champs sélectionnés pour y faire des observations périodiques, ainsi que les fiches III et IIIA au moment de la récolte.

N.B. La méthode adoptée pour le relevé des observations sur l'incidence des ravageurs, sur les mesures de protection des plantes, etc. devra sans doute être modifiée en consultation avec les divers spécialistes compétents pour tenir compte des différences concernant les superficies, les cultures, les ravageurs, et les maladies en cause.

Enquête par sondage pour estimer l'incidence
des ravageurs et des maladies du paddy
en 19..

FICHE I

A. Informations générales

	Code*			Code*	
1. Région			8. i) Superficie totale du village en hectares		
2. Etat			ii) Superficie cultivée du village, en hectares		
3. Sous- région			9. Superficie cultivée en paddy du village (chiffre de l'année précédente en hectares)	Récolte I	
				Récolte II	
				Récolte III	
4. District			10. i) Nombre total de Khasra/ division cadastrale du village		
5. Taluk/ Tehsil			ii) Numéro le plus élevé de Khasra/ division cadastrale du village		
6. Village					
7. Campagne agricole					

B. Description du champ

		Numéros des champs					
		1A	1B	2A	2B	3	4
11. Nom de l'exploitant		Co *	Co *	Co *	Co *	Co *	Co *
12. Numéro de Khasra/division cadastrale et N° de subdivision (le cas échéant)							
13. Nom de la culture précédente (le cas échéant)							
14. Fumure de la culture précédente (le cas échéant)	(a) Organique	Type					
		Quantité en kg/ha					
	(b) Minérale	Type					
		Quantité en kg/ha					
	(c) Autre	Type					
		Quantité en kg/ha					
15. Nature du sol	i) Texture (sablonneux, sablo-limoneux, limoneux, argileux et argilo-limoneux)						
	ii) Couleur						
	iii) Drainage						
16. Moyen d'irrigation (le cas échéant) (canal, réservoir, puits, cours d'eau et ruisseau, autres)							
17. Topographie (terres basses, moyennes, hautes)							

C. Opération de semaille effectuée dans le champ (suite)

		Numéros des champs											
		1A		1B		2A		2B		3		4	
		Co *	de	Co *	de	Co *	de	Co *	de	Co *	de	Co *	de
21. i) Ensemencement ou repiquage													
ii) Date (N°de la semaine dans l'année)													
22. En cas d'ensemencement	i) Méthode (à la volée, en lignes, autres)												
	ii) Densité de semis en kg/ha												
23. En cas de repiquage	a) Nombre de plantules par poquet												
	b) Age des plantules												
	c) Espacement en cm												
	i) Entre les lignes												
	ii) Entre les poquets												

N.B. * L'assistant local ne doit pas remplir la colonne "code".

Signature de l'assistant local _____ Date.....

Nom de l'assistant local (en caractères d'imprimerie)

Nom de l'auxiliaire (en caractères d'imprimerie)

Date de l'inspection	I	II
Nom(s) et titre(s) de (des) l'inspecteur(s)		
Signature(s) de (des) l'inspecteur(s)		

Enquête par sondage pour estimer l'incidence
des ravageurs et des maladies du paddy
en 19..

FICHE IA

(Sélection des champs et des parcelles à l'intérieur des champs)

A. Informations générales

		Code*			Code*
1. Région			8. i) Superficie totale du village en hectares		
2. Etat					
3. Sous-région				ii) Superficie cultivée du village, en hectares	
4. District			9. Superficie cultivée en paddy du village (chiffre de l'année précédente en hectares)	Récolte I	
5. Taluk/Tehsil				Récolte II	
6. Village				Récolte III	
7. Campagne agricole			10. i) Nombre total de Khasra/division cadastrale du village		
				ii) Numéro le plus élevé de Khasra/division cadastrale du village	

B. Sélection des champs

	1	2	3	4
1. i) Nombres aléatoires utilisés pour le choix de quatre numéros de Khasra/division cadastrale				
ii) Restes de la division des nombres aléatoires par le numéro de division cadastrale le plus élevé				
iii) Numéros cadastraux écartés et motifs du rejet éventuel				
2. i) Numéro de subdivisions à l'intérieur de la division cadastrale sélectionnée				
ii) Numéros de subdivision écartés et motifs du rejet éventuel				
iii) Numéros de subdivision du champ choisi en définitive				

B. Sélection des champs (suite)

3. Numéros de Khasra/division cadastrale et numéros de subdivision (le cas échéant) des champs choisis en définitive						
4. Nombres aléatoires utilisés pour sélectionner deux champs parmi les quatre préalablement choisis et désigner ainsi les "champs protégés"						
5. Numéros de Khasra/division cadastrale et numéros de subdivision (le cas échéant) des deux champs sélectionnés parmi les quatre préalablement choisis (cf. rubrique N° 3 ci-dessus)						
6. Numéros de Khasra/division cadastrale et numéros de subdivision (le cas échéant) des deux champs identiques pour ce qui est de la variété cultivée, du type de fumure, des façons culturales, de la topographie, du type de sol, etc., aux champs sélectionnés tel qu'indiqué à la rubrique N° 5 ci-dessus						
7. Nombres aléatoires utilisés pour sélectionner les "champs protégés" 1B et 2B, à partir des paires de champs identiques choisis tel qu'indiqué aux rubriques numéros 5 et 6 ci-dessus						
8. Numéros de Khasra/division cadastrale et numéros de subdivision (le cas échéant) des "deux champs protégés" sélectionnés numérotés 1B et 2B, associés respectivement aux "champs non-protégés" 1A et 2A						
9. Numéros de Khasra/division cadastrale et numéros de subdivision (le cas échéant) des six champs finalement sélectionnés pour l'enquête	1A	1B	2A	2B	3	4
10. Superficie des champs en hectares (à la deuxième décimale près)						
11. i) Longueur (L) du champ en mètres						
ii) Largeur (l) du champ en mètres						
iii) Longueur du champ en mètres, moins 1 mètre						
iv) Largeur du champ en mètres, moins 1 mètre						

C. Sélection de deux parcelles carrés d'1 mètre de côté dans chaque champ

	1A		1B		2A		2B		3		4	
	P ₁	P ₂										
12. i) Nombres aléatoires utilisés pour localiser les parcelles (L) (1)												
ii) Restes de la division des nombres aléatoires par (L-1) et (1-1) (L) (1)												
iii) Nombres aléatoires écartés (le cas échéant) et motifs du rejet éventuel (L) (1)												
iv) Nombres aléatoires choisis finalement pour localiser la parcelle (L) (1)												
v) Longueur et largeur (en mètres) choisies pour localiser le coin S-0 de la parcelle. (L) (1)												

D. Sélection de la parcelle rectangulaire de 10 m x 5 m uniquement dans les champs numéros 1A, 1B, 2A et 2B

		1A	1B	2A	2B
13. i) Longueur du champ en mètres réduite de 10 m et largeur du champ en mètres réduite de 5 m	L-10				
	1-5				
ii) Nombres aléatoires utilisés pour localiser les parcelles	L 1				
iii) Restes de la division des nombres aléatoires par (L-10) et (1-5)	L 1				
iv) Nombres aléatoires écartés (le cas échéant) et motifs du rejet	L 1				
v) Nombres aléatoires choisis finalement pour localiser les parcelles	L 1				
vi) Longueur et largeur (en m) choisies pour localiser le coin S-0 de la parcelle	L 1				

E. Croquis de chacun des six champs, indiquant les dimensions et l'emplacement des parcelles qu'ils contiennent

Champ N° 1 A	Champ N° 1 B
Champ N° 2 A	Champ N° 2 B
Champ N° 3	Champ N° 4

N.B. + Réserve au bureau central

* L'assistant local ne doit pas remplir la colonne "code"

P désigne la parcelle

Signature de l'assistant local	Date	
Nom de l'assistant local (en caractères d'imprimerie)		
Nom du spécialiste local (auxiliaire) (en caractères d'imprimerie)	I	II
Date de l'inspection		
Nom(s) et titre(s) de l'(des) inspecteur(s)		
Signature de l'(des) inspecteur(s)		

Enquête par sondage pour estimer l'incidence
des ravageurs et des maladies du paddy
en 19..

FICHE II

(Relevé mensuel d'observations concernant le champ sélectionné)

A. Informations générales

	Code*		Code*
1. Région		6. Village	
2. Etat		7. Culture	
3. Sous-région		8. Numéro de Khasra/division cadas- trale et numéro de subdivision (le cas échéant)	
4. District		9. Numéro du champ	
5. Taluk/Tehsil		10. Champ traité ou non ou champ témoin supplémentaire	

B. Observations sur le terrain

		Obs. I	Obs. II	Obs. III	Obs. VI	Code*
1. Date de relevé de l'observation						
2. i) Conditions météorologiques depuis la dernière campagne (sécheresse, pluie, beau temps, soleil, nuages, froid, gelée)						
ii) Précipitations en cm depuis la dernière campagne						
3. Etat des cultures (mauvais, assez bon, bon, très bon)						
4. Irrigation antérieure	i) Moyen d'irrigation (canal, réservoir, puits, cours d'eau, ruisseau, autres)					
	ii) Nombre d'irriga- tions					
5. Façons culturales antérieures (cultures interca- laires, sarclage, etc.)	i) Cultures inter- calaires					
	ii) Sarclage					
	iii) Autre (préciser)					

B. Observations sur le terrain (suite)

		Obs. I	Obs. II	Obs. III	Obs. IV	Code*
6. Fumure appliquée depuis la dernière visite	i) Fumure minérale (préciser) Quantité en kg/ha Date (N° de la semaine dans l'année)					
	ii) Autre (préciser) Quantité en kg/ha Date (N° de la semaine dans l'année)					
7. Facteur susceptible d'avoir affecté la culture depuis la dernière visite						
8. Cas du paddy repiqué/ Observations visuelles de l'incidence des ravageurs et des maladies, au stade de la pépinière et seulement pendant le premier mois. Indiquer le nom du ravageur ou de la maladie et l'intensité des effets observés (incidence nulle, légère, modérée, forte)	i) Nom Intensité	(a) Ravageurs				
	ii) Nom Intensité					
	i) Nom Intensité	(b) Maladies				
	ii) Nom Intensité					
9. Mesures de lutte prises depuis la dernière visite (y compris celles concernant la pépinière dans le cas du paddy repiqué)	Type Quantité/ha Date (N° de la semaine dans l'année)	(a) Insecticides				
	Type Quantité/ha Date (N° de la semaine dans l'année)		(b) Fongicides			
	Type Quantité/ha Date (N° de la semaine dans l'année)			(c) Autres		
	Type Quantité/ha Date (N° de la semaine dans l'année)					
	Type Quantité/ha Date (N° de la semaine dans l'année)					
	Type Quantité/ha Date (N° de la semaine dans l'année)					

	Obs. I		Obs. II		Obs. III		Obs. IV	
	P ₁	P ₂						
1. Nombre total de touffes								
2. Nombre de touffes attaquées par les ravageurs ou les maladies								
3. Nombre total de talles								
4. Nombre de talles des touffes attaquées								
5. Nombre de talles attaquées								
6. Nombre de pousses argentées (cécidomyie)								
	Code*							
7. Nombre de coeurs détruits (foreur des tiges)								
8. Nombre de talles endommagées par la punaise du riz								
9. a) Nombre de talles endommagées par la chenille à fourreau								
b) Nombre de gaines tubulaires de chenille à fourreau								
10. a) Nombre de talles endommagées par la tordeuse des feuilles								
b) Nombre de feuilles enroulées par la tordeuse des feuilles								
11. Nombre de pousses centrales allongées (fusariose)								
12. Nombre de talles infectées par le faux charbon								
13. Nombre de talles infectées par la carie								
14. a) Nombre de talles comportant des noeuds infectés par la piriculariose								
b) Nombre de talles comportant des collets infectés par la piriculariose								
c) Nombre de talles comportant des épis infectés par la piriculariose								
d) Nombre de talles comportant des feuilles infectées par la piriculariose								
e) Nombre de feuilles infectées par la piriculariose								

	Code*	Obs. I		Obs. II		Obs. III		Obs. VI	
		P 1	P 2	P 1	P 2	P 1	P 2	P 1	P 2
15. a) Nombre de talles comportant des feuilles infectées par l'helminthosporiose									
b) Nombre de feuilles infectées par l'helminthosporiose									
c) Nombre de talles comportant des épis infectés par l'helminthosporiose									
16. a) Nombre de talles comportant des feuilles infectées par le flétrissement bactérien									
b) Nombre de feuilles infectées par le flétrissement bactérien									
17. a) Nombre de talles comportant des feuilles infectées par la maladie "stackburn"									
b) Nombre de feuilles infectées par la maladie "stackburn"									
18. Nombre de talles coupées par les rats									
19. Nombre de talles détruites suite à l'infestation par la cochenille blanche									
20. Autres talles infectées									

N.B. * L'assistant local ne doit pas remplir la colonne "code".
P: parcelle.

FICHE II (suite)

C. Observations sur les ravageurs et maladies

Obs. I			Obs. II			Obs. III			Obs. IV		
Pl.1	Pl.2	Pl.1	Pl.1	Pl.2	Pl.1	Pl.1	Pl.2	Pl.1	Pl.1	Pl.2	
C1*	C2**	C1*	C2**	C1*	C2**	C1*	C2**	C1*	C2**	C1*	C2**

21. Observations détaillées concernant deux touffes sélectionnées dans chaque parcelle à l'occasion de différents relevés.

- i) Nombre de talles
- ii) Hauteur de la touffe en cm
- iii) Nombre de masses d'oeufs de foreur des tiges
- iv) Effectif de la population larvaire
 - a) Chenille légionnaire
 - b) Tordeuse des feuilles
 - c) Autres
- v) Nombre de talles détruites par la pourriture de la tige
- vi) Pointages concernant:
 - a) Helminthosporiose
 - b) Piriculariose
 - c) Flétrissement bactérien des feuilles

- vii) Intensité du:
 - (nulle, légère, modérée, forte)
 - a. Jaunissement/rougissement
 - 1. Feuilles centrales
 - 2. Feuilles périphériques
 - b. Rabougrissement
 - 1. Feuilles centrales
 - 2. Feuilles périphériques

N.B. * Touffe de l'angle sud-ouest
 ** Touffe centrale
 *** Indiquer l'intensité par les chiffres 0,1,2,3 correspondant respectivement à une intensité nulle, légère, modérée et forte.

FICHE II (suite)

C. Observations sur les ravageurs et les maladies (suite)

Comptages obtenus par cinq coups de filet dans un champ à l'occasion des différentes observations																			
Obs. I					Obs. II					Obs. III					Obs. IV				
Coup de filet N°					Coup de filet N°					Coup de filet N°					Coup de filet N°				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

22. Cicadelles

23. Hispa

24. Sauterelle

25. Fulgoride

26. Teignes Schonobius

27. Teignes Spodoptera

28. Punaise du riz

29. i) Chenille Spodoptera

ii) Autres chenilles

30. Autres

+ L'assistant local ne doit pas remplir la colonne "code"

- N.B. Coup de filet N° 1: au milieu du côté sud du champ
- Coup de filet N° 2: au milieu du côté ouest du champ
- Coup de filet N° 3: au milieu du côté nord du champ
- Coup de filet N° 4: au milieu du côté est du champ
- Coup de filet N° 5: au milieu de l'axe du champ

Signature de l'assistant local

Date

Nom de l'assistant local (en caractères d'imprimerie)

Nom du spécialiste local (auxiliaire) (en caractères d'imprimerie):

Nom(s) et titre(s) de l'(des) inspecteur(s):

Signature(s) de l'(des) inspecteur(s):

ENQUETE PAR SONDAGE POUR ESTIMER L'INCIDENCE DES RAVAGEURS
ET DES MALADIES DU PADDY EN 19..

FICHE III
(Informations recueillies au moment de la récolte)

Code ⁺	
District: _____	
Campagne agricole _____	

A. INFORMATIONS GENERALES

		Code ⁺
1. Etat/Région/Sous-région		
2. Taluk/Firka/Tehsil		
3. Village		
4. i) Champ N° ii) Champ traité, dit "protégé"/ non traité, dit "non protégé"		
5. i) N° de Khasra/division cadastrale ii) N° de subdivision le cas échéant		
6. Date de floraison		
7. Date de la récolte		
8. Production de paddy, en kg et en g (poids humide/poids sec) de la parcelle de 10m x 5m		

B. OBSERVATIONS SUR LES PARCELLES

	Parcelle numéro		
	1	2	
1. Nb. total de touffes			
2. Nb. de touffes attaquées par les ravageurs et les maladies			
3. (a) Nb. total de talles (b) Nb. de talles des touffes attaquées (c) Nb. de talles attaquées			
4. Nb. total d'épis			
5. Nb. d'épis des touffes attaquées			
6. Nb. d'épis attaqués			
7. Nb. d'épis blancs dus aux foreurs			
8. Nb. d'épis partiellement attaqués par les foreurs			
9. Nb. d'épis endommagés par la punaise du riz			
10. Nb. d'épis endommagés par les rats			
11. i) Nb. d'épis infectés par la piriculariose du collet ii) Nb. d'épis infectés par la piriculariose			

B. Observations sur les parcelles (suite)

	Parcelle numéro		Code ⁺
	1	2	
12. Nb. d'épis pailleux dus à la pourriture de la tige			
13. Nb. d'épis blancs dus à d'autres causes			
14. Nb. d'épis infectés par le faux charbon			
15. Nb. d'épis infectés par la carie			
16. Nb. d'épis infectés par l'helminthosporiose			
17. Nb. d'épis infectés par le flétrissement bactérien des feuilles			
18. Epis infectés par d'autres ravageurs			
19. Epis infectés par d'autres maladies			
20. Rendement de la parcelle en g: paddy (humide/sec) paille			
21. Poids par parcelle en g*: grain balle			

Signature de l'assistant local: _____ Date: _____

Nom de l'assistant local (en caractères d'imprimerie): _____

Nom de l'auxiliaire (en caractères d'imprimerie): _____

Date de l'inspection: _____

Nom(s) et titre(s) de l'(des) inspecteur(s): _____

Signature de l'(des) inspecteur(s): _____

+ L'assistant local ne doit pas remplir la colonne "code".

* Arrondi au gramme le plus proche.

Enquête par sondage pour estimer l'incidence
des ravageurs et des maladies du paddy
en 19..

FICHE III A

(Informations recueillies lors de l'évaluation du séchage de la récolte des parcelles de 10m x 5m dans les champs N° 1A, 1B, 2A et 2B du premier village attribué à l'assistant local)

	Code ⁺		Code ⁺
1. Région		5. Taluk/Tehsil	
2. Etat		6. Village	
3. Sous-région		7. Campagne agricole	
4. District			
		Champ	
		1A Code ⁺	1B Code ⁺
		2A Code ⁺	2B Code ⁺
8. Nom de l'exploitant			
9. N° de division cadastrale/Khasra et N° de sub-division (le cas échéant)			
10. Date de la récolte			
11. Poids de paddy en kg et en g, le jour de la récolte			
12. Nouvelles pesées:			
i) 10 jours après le début de la récolte			
(a) Date			
(b) Poids en kg et en g			
ii) 2 jours après la première nouvelle pesée			
(a) Date			
(b) Poids en kg et en g			
iii) 2 jours après la deuxième nouvelle pesée			
(a) Date			
(b) Poids en kg et en g			
iv) 2 jours après la troisième nouvelle pesée			
(a) Date			
(b) Poids en kg et en g			

Signature de l'assistant local: _____ Date: _____

Nom de l'assistant local (en caractères d'imprimerie): _____

Nom de l'auxiliaire (en caractères d'imprimerie): _____

Date de l'inspection: _____

Nom(s) et titre(s) de l'(des) inspecteur(s): _____

Signature de l'(des) inspecteur(s): _____

* L'assistant local ne doit pas remplir la colonne "code".

Cesser les pesées dès que deux pesées consécutives sont identiques; si les observations (iii) et (iv) ne sont pas identiques continuer tous les deux jours jusqu'à obtention de 2 pesées consécutives égales.

PROGRAMME PHYTOSANITAIRE^{1/} DE LUTTE CONTRE LES RAVAGEURS
ET LES MALADIES DU PADDY DANS LES CHAMPS PROTEGES

Traitement des semences

Le traitement chimique des semences doit se faire la veille des semailles (à moins qu'elles n'aient été désinfectées auparavant). Mélanger 0,5 g de streptocycline et 10 g de composé mouillable organo-mercurique à 1% dans un bidon de kérosène rempli d'eau (18 litres). Il suffira de deux bidons de cette solution pour traiter 25 à 30 kg de semences, destinés à une superficie de 1 hectare. Verser les semences dans le mélange obtenu et bien agiter à l'aide d'un baton en bois. Enlever les graines qui flottent à la surface, laisser les autres séjourner 8 à 12 heures dans la solution, puis les faire sécher à l'ombre avant de les semer.

Traitement en pépinière

Traiter la pépinière à deux reprises, 15 jours après les semailles et 1 jour ou 2 avant le repiquage, avec le produit dosé comme suit:

Première pulvérisation: mélanger 15cc (3 cuillerées à thé de parathion à 50% ou 36cc (7 cuillerées à thé) de concentré émulsionnable endrine à 20% ou 72 g de DDT 50% ajoutés à 72 g de HCH (poudre mouillable) dans un bidon plein d'eau. Utiliser ce mélange pour traiter les plantules à raison de 20 bidons par hectare**.

Deuxième pulvérisation: préparer le même insecticide que ci-dessus dans un bidon plein d'eau et y ajouter 0,2 g de streptocycline. Utiliser ce mélange pour traiter la zone de la pépinière à raison de 20 bidons par hectare**.

Traitement dans le champ

Traiter la culture quatre fois, soit 15, 30, 45 et 60 jours (au stade des glumelles) après le repiquage, en procédant comme suit:

Première pulvérisation: mélanger 15cc (3 cuillerées à thé) de parathion 50% ou 36cc (7 cuillerées à thé) de C.E. d'endrine 50% ou 90 g de DDT 50% ajoutés à 90 g de HCH 50% (poudre mouillable) dans un bidon plein d'eau. Utiliser ce mélange pour pulvériser la culture à raison de 25 bidons à l'hectare.

Deuxième pulvérisation: préparer le liquide à pulvériser comme pour le premier traitement et ajouter 0,2 g de streptocycline à chaque bidon; appliquer ce mélange à raison de 25 bidons à l'hectare**.

Troisième pulvérisation: préparer le liquide à pulvériser comme pour le deuxième traitement. Utiliser cette fois 30** bidons à l'hectare de ce mélange à pulvériser.

Quatrième pulvérisation: mélanger 15cc (3 cuillerées à thé) de parathion 50% ou 36cc (7 cuillerées à thé) de C.E. d'endrine 20% ou 90 g de DDT 50% ajoutés à 90 g de fongicide au cuivre à 50%. Appliquer en pulvérisation 40** bidons à l'hectare de ce mélange.

1/ Indiqué seulement à titre d'exemple, ce programme pourra être modifié en consultation avec les spécialistes concernés selon les pays, la nature des ravageurs et des maladies en présence.

** Quantité de liquide à pulvériser, nécessaire au traitement d'un hectare au moyen d'un équipement de pulvérisation à haute pression de grande capacité. S'il faut se servir d'un équipement à basse pression, pulvériser 60 litres par hectare d'un liquide dont la concentration sera majorée en proportion.

OBSERVATIONS SUR LES RAVAGEURS ET LES MALADIES (AUTRES CULTURES)

A. Blé

Dans chaque parcelle sélectionnée, compter le nombre total de plantes (touffes) et le nombre de plantes endommagées par les termites, les charançons, les rats, etc. Noter la gravité de l'infection par des maladies foliaires telles que la rouille, en confrontant la feuille la plus atteinte, sur chacune des cinq plantes sélectionnées, quatre aux angles et une au centre, et dans chaque parcelle, aux tables de pointage. Au moment de la récolte, relever dans chaque parcelle et sur chacune des plantes sélectionnées, le nombre total de touffes (plantes), le nombre total d'épis et le nombre d'épis infectés par le charbon nu, la nielle du blé, la carie ou endommagés par les rats, etc. Récolter séparément les épis des cinq plantes, puis les classer en (i) épis sains et (ii) épis attaqués par les ravageurs et les maladies; battre à part ceux des plantes distinctes, puis en peser les grains. Relever la production de grain de chaque parcelle. Noter également les rendements observés, au moyen de coupes-échantillons réalisées sur une parcelle de 10m x 5m dans chacun des champs. Les observations sur l'incidence des ravageurs et des maladies et sur le rendement doivent être effectuées et enregistrées dans les champs "protégés" comme dans les champs "non protégés". Ci-joints les formulaires types de fiches I-III destinés au relevé des observations concernant le blé.

B. Maïs

Compter dans chaque parcelle sélectionnée le nombre total de plantes et le nombre de plantes endommagées par les foreurs des tiges, les sauterelles, les charançons, les termites, les rats, les tordeuses des feuilles, la pourriture des tiges, la brûlure des feuilles, etc. Noter la gravité de la brûlure des feuilles, en confrontant la feuille la plus atteinte sur chacune des cinq plantes sélectionnées, quatre dans les angles et une au centre, et dans chaque parcelle, aux tables de pointage. Au moment de la récolte, relever dans chaque parcelle et sur chacune des plantes sélectionnées, le nombre total de plantes, le nombre total d'épis et les nombres d'épis et de plantes infectés par les foreurs des tiges, les rats, la brûlure des feuilles, etc. Récolter à part les épis des cinq plantes sélectionnées puis les classer en (i) épis sains et (ii) épis attaqués par les ravageurs et les maladies; battre séparément les épis des plantes distinctes et en peser les grains. Consigner la production de grain de chaque parcelle. Noter aussi les rendements observés au moyen de coupes-échantillons réalisées sur une parcelle de 10m x 5 m dans chacun des champs. Les observations sur l'incidence des ravageurs et des maladies et sur le rendement doivent être effectuées et enregistrées dans les champs "protégés" comme dans les champs "non protégés". Ci-joints les formulaires types de fiches I-III pour le relevé des observations concernant le maïs.

C. Sorgho

Dans chaque parcelle sélectionnée, compter le nombre total de plantes et le nombre de plantes endommagées par les foreurs des tiges, les chenilles rouges et autres chenilles velues, les sauterelles, les rats, etc. Voter la gravité de l'infection par des maladies foliaires telles que les rouilles, en confrontant la feuille la plus atteinte sur chacune des cinq plantes sélectionnées, quatre dans les angles et une au centre, et dans chaque parcelle, aux tables de pointage. Au moment de la récolte compter dans chaque parcelle et sur chacune des plantes choisies, le nombre de touffes, le nombre total d'épis ainsi que les nombres de plantes et d'épis attaqués par les foreurs des tiges, les rats, le charbon, etc. Récolter à part les épis des cinq plantes sélectionnées et les classer en (i) épis sains et (ii) épis attaqués par des ravageurs et maladies; battre séparément les épis des plantes distinctes et en peser les grains. Consigner la production de chaque parcelle; noter en outre les rendements observés au moyen de coupes-échantillons réalisées sur une grande parcelle de 10m x 10 m dans chacun des champs. Les observations sur l'incidence des ravageurs et des maladies et sur les rendements doivent être effectuées et enregistrés dans les champs "protégés" comme dans les champs "non protégés". Ci-joints les formulaires types des fiches I-III pour le relevé des observations concernant le sorgho.

N.B. Il faudra sans doute modifier en consultation avec les spécialistes concernés les formulaires sur le paddy, le blé, le maïs et le sorgho, selon le type de ravageurs et de maladies présentes dans la région étudiée.

Enquête par sondage pour estimer l'incidence
des ravageurs et des maladies du blé
en 19..

Code⁺

District _____

Campagne agricole _____

FICHE I

(Informations générales)

	Code ⁺
1. Zone	
2. Taluk/Firka/Tehsil	
3. Village	
4. Superficie du village en hectares	
5. Superficie cultivée en blé dans le village en hectares (dernier chiffre connu)	
6. Nombre total de Khasra/divisions cadastrales cultivant du blé dans le village	
7. Nom de l'assistant local	

Informations	Numéros des champs						
	1A	1B	2A	2B	3	4	
8. N° de Khasra/division cadastrale et N° de subdivision (le cas échéant)	Co de ⁺						
9. Superficie (i) hectares Emblavée (ii) longueur (m) (iii) largeur (m)							
10. Nom de l'exploitant							
11. Culture précédente							
12. Fumure de la culture précédente (par ha) (i) type (ii) quantité (en kg)							
13. Nature du sol (i) texture* (ii) couleur							
14. Topographie Terres basses, moyennes, hautes							
15. (i) Variété ** (ii) Durée du cycle en jours							

	1A	1B	2A	2B	3	4
	Co de [†]					
16. Préparation du sol						
(i) type						
(ii) date						
17. Fumure de fond						
(a) type						
(b) quantité en kg						
(c) date						
(d) méthode d'application de chaque engrais						
18. (i) Date d'ensemencement						
(ii) Méthode d'ensemencement						
(iii) Densité de semis en kg/ha						
19. Espacement en cm, le cas échéant						
(i) entre les lignes						
(ii) sur les lignes						

20. Croquis de chacun des champs, indiquant les dimensions et l'emplacement des parcelles permanentes

Champ 1A	Champ 1B
Champ 2A	Champ 2B
Champ 3	Champ 4

Date _____

Signature de l'assistant local

* L'assistant local ne doit pas remplir la colonne "Code". 1B et 2B désignent les champs protégés associés aux champs non protégés 1A et 2A.

* Argileux, argilo-limoneux, limoneux, sablo-limoneux, sablonneux, etc.

** S'il s'agit d'une variété locale, mentionner le mot "local" entre parenthèses, à la suite du nom de la variété.

Enquête par sondage pour estimer l'incidence
des ravageurs et des maladies du blé
en 19..

Code*

District _____

Campagne agricole _____

FICHE II

(Relevé périodique des observations concernant un champ donné)

A. EMLACEMENT	Code*
1. Zone	
2. Taluk/Firka/Tehsil	
3. Village	
4. (i) Champ N°	
(ii) Champ "protégé" traité/champ "non protégé", non traité	
5. (i) N° de Khasra/division cadastrale	
(ii) N° de subdivision (le cas échéant)	
6. (i) Superficie du champ en hectares	
(ii) Longueur (m)	
(iii) Largeur (m)	

* L'assistant local ne doit pas remplir la colonne "code"

B. DONNEES GENERALES	Code*
1. Mois	
2. Conditions météorologiques	
3. Etat de la culture	
4. Irrigation	
(a) Moyen	
(b) Nbre d'irrigations	
(c) Précipitations en cm	
5. Pratiques culturales (cultures intercalaires, sarclage, etc).	
(a) Nom	
(b) Nombre	
6. Engrais appliqués à l'hectare	
(a) Type	
(b) Quantité en kg	
(c) Date	
(d) Méthode	
(e) Code*	

7. Mesure de lutte adoptées	
(a) pesticides employés ou autre mesure prise	
(b) Quantité	
(c) Date	
(d) Code ⁺ Méthode	
(e) Code ⁺	

C. OBSERVATIONS SUR LES RAVAGEURS ET LES MALADIES

Informations	Parcelle N°			
	1**	2**	3**	4**
	Code ⁺			
1. Couple de nombres aléatoires utilisés pour choisir l'unité	Longueur			
	Largeur			
2. Nombre total de touffes (plantes)				
3. Nombre de touffes (plantes) infectées par les ravageurs et les maladies				
4. (i) Nb. total de talles				
(ii) Nb. de talles des plantes infectées				
(iii) Nb. de talles infectées sur les plantes infectées par des ravageurs ou maladies				
5. Nb. de talles endommagées par les				
(i) termites				
(ii) charançons				
(iii) rats				
6. Nombre de talles endommagées par d'autres ravageurs (préciser lesquels)				
7. Nombre de talles infectées par				
(i) la nielle				
(ii) le charbon nu				
(iii) la carie				
(iv) la pourriture dorée des épis				
(v) autres maladies (préciser)				
8. Notation attribuée à la rouille sur l'ensemble de l'unité				

⁺ L'assistant local ne doit pas remplir la colonne "code".

* Indiquer en pourcentage la composition des divers engrais dont le nom est connu.

** Fixée pour toute la durée de la campagne agricole.

D. OBSERVATIONS SUR LES CINQ TOUFFES SELECTIONNEES

Parcelle N° 1*	1	2	3	4	5+
1. Hauteur de la touffe en cm					
2. Pointages de la rouille:					
Jaune					
Brune					
Noire					
3. Intensité d'infection des**					
- feuilles centrales (jaunissement/rougissement)					
- feuilles périphériques					
Intensité de rabougrissement					
<u>Parcelle N° 2*</u>					
1. Hauteur de la touffe en cm					
2. Pointages de la rouille:					
Jaune					
Brune					
Noire					
3. Intensité d'infection des**					
- feuilles centrales (jaunissement/rougissement)					
- feuilles périphériques					
Intensité de rabougrissement					
<u>Parcelle N° 3*</u>					
1. Hauteur de la touffe en cm					
2. Pointages de la rouille:					
Jaune					
Brune					
Noire					
3. Intensité d'infection des**					
- feuilles centrales (jaunissement/rougissement)					
- feuilles périphériques					
Intensité de rabougrissement					
<u>Parcelle N° 4*</u>					
1. Hauteur de la touffe en cm					
2. Pointages de la rouille:					
Jaune					
Brune					
Noire					
3. Intensité d'infection des**					
- feuilles centrales (jaunissement/rougissement)					
- feuilles périphériques					
Intensité de rabougrissement					

* Fixée pour toute la durée de la campagne.

+ Centrale.

** Légère, modérée, forte.

Date _____

Signature de l'assistant local

Enquête par sondage pour estimer l'incidence
des ravageurs et des maladies du blé
en 19..

Code⁺

District _____

Campagne agricole _____

FICHE III

(Informations recueillies au moment de la récolte)

A. DONNEES GENERALES

Code⁺

1. Zone	
2. Taluk/Firka/Tehsil	
3. Village	
4. (i) Champ N° (ii) Champ "protégé" traité/champ "non protégé", non traité	
5. (i) N° de Khasra/division cadastrale (ii) N° de subdivision (le cas échéant)	
6. Date de la floraison	
7. Date de la récolte	
8. Nom de l'assistant local	

B. OBSERVATIONS SUR LES PARCELLES

Parcelle numéro

	Code ⁺	Parcelle numéro			
		1 *	2 *	3	4
1. Nombre total de touffes (plantes)					
2. Nombre de touffes (plantes) infectées par des ravageurs et maladies					
3. (i) Nombre total d'épis (ii) Nombre d'épis des touffes infectées (iii) Nombre d'épis infectés sur les touffes infectées					
4. Nombre de touffes endommagées par les termites					
5. Nombre d'épis endommagés par les rats					
6. Nombre d'épis endommagés par d'autres ravageurs (préciser lesquels)					
7. Nombre d'épis infectés par (i) le charbon nu (ii) la nielle (iii) la carie (iv) la rouille					

Parcelle numéro

	1*	2*	3	4
8. Nombre d'épis dorés	Code†			
9. Nombre d'épis endommagés par d'autres maladies (préciser lesquelles)				
10. Production en g de la parcelle de 1 m ² (à l'exception des cinq touffes sélectionnées); poids de grain (humide/sec)				
11. Production en kg et en g de la parcelle de 10m x 5m poids de grain (humide/sec)				

C. OBSERVATIONS SUR LES EPIS DES CINQ TOUFFES SELECTIONNEES

Parcelle No	Code†	Nb total d'épis	Epis sains				Epis attaqués						
			Nombre	Poids du grain (en g)	Poids de la balle (en g)	Poids de 1 000 grains (en g)	Nom du ravageur ou de la maladie	Code†	Poids du grain (en g.)		Poids de la balle (en g)	Poids de 1000 grains (en g)	
									Epis sains	Epis attaqués		Epis sains	Epis attaqués
1													
2													
3													
4													

N.B.:† L'assistant local ne doit pas remplir la colonne "code".

* Fixée pour toute la durée de la campagne agricole.

** Arrondi au g le plus proche.

Date: _____

Signature de l'assistant local _____

ENQUETE PILOTE PAR SONDAGE POUR ESTIMER L'INCIDENCE
DES RAVAGEURS ET DES MALADIES DU MAIS EN 19..

District _____ Code+ _____
Campagne agricole _____

FICHE I

(Renseignements généraux)

	Code +
1. Zone	
2. Taluk/Firka/Tehsil	
3. Village	
4. Superficie du village en hectares	
5. Superficie cultivée en maïs dans le vil- lage, en hectares (dernier chiffre connu)	
6. Nombre total de Khasra/division cadas- trale cultivant du maïs dans le village	
7. Nom de l'assistant local	

Informations	Numéro de champs					
	1A	1B	2A	2B	3	4
	Code +	Code +	Code +	Code +	Code +	Code +
8. N° de Khasra/division cadastrale et N° de subdivision (le cas échéant)						
9. Superficie: (i) hectares (ii) longueur (m) (iii) largeur (m)						
10. Nom de l'exploitant						
11. Culture précédente						
12. Fumure de la culture précédente (par ha): (i) Type (ii) Quantité (en kg)						
13. Nature du sol (i) Texture (ii) Couleur						
14. Topographie: terres basses, moyen- nes, hautes						
15. (i) Variété (ii) Durée du cycle en jours						

+ L'assistant local ne doit pas remplir la colonne "code"; 1B et 2B désignent les champs protégés associés aux champs non protégés 1A et 2A.

1A	1B	2A	2B	3	4
Code ⁺					

16. Préparation du sol

(i) Type

(ii) Date

17. Fumure de fond

(i) Type

(ii) Quantité en kg

(iii) Date

(iv) Méthode d'application de chaque engrais

18.

(i) Date d'ensemencement

(ii) Méthode d'ensemencement

(iii) Densité de semis en Kg/ha

19. Espacement en cm, le cas échéant

(i) Entre les lignes

(ii) Sur les lignes

+ L'assistant local ne doit pas remplir la colonne "code".

* Argileux, argilo-limoneux, limoneux, sablo-limoneux, sablonneux, etc.

** S'il s'agit d'une variété locale, mentionner le mot "local" entre parenthèses, à la suite du nom de la variété.

20. CROQUIS DE CHACUN DES CHAMPS INDIQUANT LES DIMENSIONS ET L'EMPLACEMENT DES PARCELLES PERMANENTES

Champ 1A	Champ 1B
Champ 2A	Champ 2B
Champ 3	Champ 4

Date: _____

Signature de l'assistant local: _____

ENQUETE PAR SONDAGE POUR ESTIMER L'INCIDENCE DES RAVAGEURS ET
DES MALADIES DU MAIS EN 19..

Code⁺

District -----

Campagne agricole -----

FICHE II

(relevé périodique des observations concernant un champ donné)

A. EMPLACEMENT

		Code ⁺
1. Zone		
2. Taluk/Firka/Tehsil		
3. Village		
4. i. Champ N°		
ii. Champ "protégé" traité/champ "non protégé", non traité		
5. i. N° de Khasra/division cadastrale		
ii. N° de subdivision (le cas échéant)		
6. i. Superficie du champ en hectares		
ii. Longueur (m)		
iii. Largeur (m)		

⁺L'assistant local ne doit pas remplir la colonne "code"

B. DONNEES GENERALES

	Code ⁺
1. Mois	
2. Conditions météorologiques	
3. Etat de la culture	
4. Irrigation <ul style="list-style-type: none"> i) Moyen ii) Nb d'irrigations iii) Précipitations en cm 	
5. Pratiques culturales (cultures intercalaires, sarclage, etc.) <ul style="list-style-type: none"> i) Nom ii) Nombre 	
6. Engrais appliqué à l'hectare <ul style="list-style-type: none"> i) Type * ii) Quantité en kg iii) Date iv) Méthode 	
7. Mesures de lutte adoptées <ul style="list-style-type: none"> i) Pesticide employé ou autre mesure prise ii) Quantité iii) Date iv) Méthode 	

⁺ L'assistant local ne doit pas remplir la colonne "code"

* Indiquer en pourcentage la proportion des divers engrais dont le nom est connu

C. OBSERVATIONS SUR LES RAVAGEURS ET LES MALADIES

Information	Parcelle numéro				
	Code ⁺	1*	2*	3	4
1. Couple de nombres aléatoires utilisés pour choisir l'unité Longueur Largeur					
2. Nb. total de plantes					
3. Nb. de plantes infectées par des ravageurs ou maladies					
4. Nb. de plantes endommagées par: i. foreurs des tiges ii. sauterelles iii. charançons iv. termites v. rats vi. tordeuse des feuilles vii. chenilles velues viii. autres ravageurs (préciser lesquels) ix. pourriture de l'axe de l'épi x. flétrissement des feuilles xi. oïdium xii. mosaïque xiii. autres maladies (préciser lesquelles)					

⁺ L'assistant local ne doit pas remplir la colonne "code"

* Fixée pour toute la durée de la campagne agricole

D. OBSERVATIONS SUR LES CINQ PLANTES SELECTIONNEES

Plante sélectionnée N°:	1	2	3	4	5**
<u>Parcelle N° 1⁺</u>					
1. Hauteur de la plante en cm					
2. Pointages du flétrissement des feuilles					
3. Intensité du jaunissement/rougissement*					
i. feuilles centrales					
ii. feuilles périphériques					
4. Rabougrissement					
<u>Parcelle N° 2⁺</u>					
1. Hauteur de la plante en cm					
2. Pointages du flétrissement des feuilles					
3. Intensité du jaunissement/rougissement*					
i. feuilles centrales					
ii. feuilles périphériques					
4. Rabougrissement					
<u>Parcelle N° 3⁺</u>					
1. Hauteur de la plante en cm					
2. Pointages du flétrissement des feuilles					
3. Intensité du jaunissement/rougissement*					
i. feuilles centrales					
ii. feuilles périphériques					
4. Rabougrissement					
<u>Parcelle N° 4⁺</u>					
1. Hauteur de la plante en cm					
2. Pointages du flétrissement des feuilles					
3. Intensité du jaunissement/rougissement*					
i. feuilles centrales					
ii. feuilles périphériques					
4. Rabougrissement					

** Plante centrale

* Légère, modérée, forte

+ Fixée pour toute la durée de la campagne agricole

Date: _____

Signature de l'assistant local: _____

ENQUETE PAR SONDAGE POUR ESTIMER L'INCIDENCE DES RAVAGEURS ET
DES MALADIES DU MAIS EN 19..

District _____	Code ⁺
Campagne agricole _____	

FICHE III

(Informations recueillies au moment de la récolte)

A. DONNEES GENERALES

		Code ⁺
1. Zone		
2. Taluk/Firka/Tehsil		
3. Village		
4. a) Champ N° b) Champ "protégé" traité/champ "non protégé", non traité		
5. a) N° de Khasra/division cadastrale b) N° de subdivision (le cas échéant)		
6. Date de la floraison		
7. Date de la récolte		
8. Nom de l'assistant local		

⁺L'assistant local ne doit pas remplir la colonne "code"

B. OBSERVATIONS SUR LES PARCELLES

	Parcelle numéro				
	Code ⁺	1*	2*	3	4
1. Nb. total de plantes					
2. Nb. de plantes infectées par des ravageurs ou maladies					
3. Nb. de plantes endommagées par:					
i. les rats					
ii. les foreurs des tiges					
iii. d'autres ravageurs (préciser lesquels)					
4. Nb. de plantes infectées par:					
i. le flétrissement des feuilles					
ii. l'oïdium					
iii. la mosaïque					
iv. le pourrissement des tiges					
v. le charbon ordinaire					
vi. le charbon des épis					
vii. d'autres maladies (préciser lesquelles)					
5. Nb. total d'épis					
i. Nb. d'épis infectés par les foreurs des tiges					
ii. Nb. d'épis endommagés par les oiseaux					
6. Nb. d'épis (à l'exception des cinq touffes sélectionnées)					
7. Production en g de la parcelle de 4m ² (2m x 2m) (à l'exception des cinq touffes sélectionnées)					
i. Poids des épis (humide/sec)					
ii. Poids des grains (humide/sec)					
8. Production en kg et en g de la parcelle de 10m x 5m					
i. Poids des épis (humide/sec)					
ii. Poids des grains (humide/sec)					

⁺ L'assistant local ne doit pas remplir la colonne "code"

* Fixée pour toute la durée de la campagne

** Arrondi au gramme le plus proche

C. OBSERVATIONS SUR LES EPIS DES CINQ PLANTES SELECTIONNEES

Information	Parcelle numéro				
	Code ⁺	1*	2*	3	4
Nombre total d'épis					
1. Epis sains					
i. Nb. d'épis					
ii. Poids du grain en g**					
iii. Poids de l'axe de l'épi en g**					
iv. Poids de 1 000 grains en g					
v. Nom des ravageurs/maladies					
2. Epis attaqués					
i. Nombre d'épis					
ii. Poids du grain en g**					
a) sain					
b) attaqué					
iii. Poids de l'axe de l'épi en g**					
iv. Poids de 1 000 grains en g					
a) sain					
b) attaqué					

⁺ L'assistant local ne doit pas remplir la colonne "code"

* Fixée pour toute la durée de la campagne

** Indiquer au milligramme près le poids des grains et des axes d'épi

Date: _____

Signature de l'assistant local: _____

ENQUETE PAR SONDAGE POUR ESTIMER L'INCIDENCE DES RAVAGEURS ET
DES MALADIES DU SORGHO EN 19..

District _____	Code ⁺
Campagne agricole _____	

FICHE I
(renseignements généraux)

	Code ⁺
1. Zone	
2. Taluk/Firka/Tehsil	
3. Village	
4. Superficie du village en hectares	
5. Superficie cultivée en sorgho dans le village, en hectares (dernier chiffre connu)	
6. Nombre total de Khasra/division cadastrale cultivant du sorgho dans le village	
7. Nom de l'assistant local	

Informations	Numéros des champs					
	1A	1B	2A	2B	3	4
	Code +	Code +	Code +	Code +	Code +	Code +
8. Numéro de Khasra/division cadastrale et Numéro de subdivision (le cas échéant)						
9. Superficie: i) hectares ii) longueur (m) iii) largeur (m)						
10. Nom de l'exploitant						
11. Culture précédente						
12. Fumure de la culture précédente (par ha) i) Type ii) Quantité (en kg)						

⁺L'assistant local ne doit pas remplir la colonne "code"
1B et 2B désignent les champs protégés associés aux champs non protégés 1A et 2A.

	1A	1B	2A	2B	3	4
	Code +	Code +	Code +	Code +	Code +	Code +
13. Nature du sol i) texture* ii) couleur						
14. Topographie: Terres basses, moyennes, hautes						
15. i) Variété** ii) Durée du cycle en jours						
16. Préparation du sol: i) type ii) date						
17. Fumure de fond: i) type ii) quantité en kg iii) date iv) méthode d'application de chaque engrais						
18. i) date d'ensemencement ii) méthode d'ensemencement iii) densité de semis en kg/ha						
19. Espacement en cm, le cas échéant i) entre les lignes ii) sur les lignes						

⁺L'assistant local ne doit pas remplir la colonne "code"

*Argileux, argilo-limoneux, limoneux, sablo-limoneux, sablonneux, etc.

**S'il s'agit d'une variété locale, mentionner le mot "local" entre parenthèses, à la suite du nom de la variété.

20. CROQUIS DE CHACUN DES CHAMPS INDIQUANT LES DIMENSIONS ET L'EMPLACEMENT DES PARCELLES PERMANENTES

Champ 1A	Champ 1B
Champ 2A	Champ 2B
Champ 3	Champ 4

Date: _____

Signature de l'assistant local: _____

ENQUETE PAR SONDAGE POUR ESTIMER L'INCIDENCE DES RAVAGEURS ET
DES MALADIES DU SORGHO EN 19..

District _____	Code ⁺
Campagne agricole _____	

FICHE II

(Relevé périodique des observations concernant un champ donné)

A. EMPLACEMENT		Code ⁺
1. Zone		
2. Taluk/Firka/Tehsil		
3. Village		
4. i) Champ N° ii) Champ "protégé" traité/champ "non protégé", non traité		
5. i) N° de Khasra/division cadastrale ii) N° de subdivision (le cas échéant)		
6. i) Superficie du champ en hectares ii) Longueur (m) iii) Largeur (m)		

⁺L'assistant local ne doit pas remplir la colonne "code"

B. DONNEES GENERALES

		Code+
1. Mois		
2. Conditions météorologiques		
3. Etat de la culture		
4. Irrigation a) Moyen b) Nombre d'irrigations c) Précipitations en cm		
5. Pratiques culturales (cultures intercalaires, sarclage, etc.) a) Nom b) Nombre		
6. Engrais appliqué à l'hectare a) Type * b) Quantité en kg c) Date d) Méthode		
7. Mesures de lutte adoptées a) Pesticide employé ou autre mesure prise b) Quantité c) Date d) Méthode		

+ L'assistant local ne doit pas remplir la colonne "code"

* Indiquer en pourcentage la proportion des divers engrais dont le nom est connu

C. OBSERVATIONS SUR LES RAVAGEURS ET LES MALADIES

Information	Parcelle numéro				
	Code +	1*	2*	3	4
1. Couple de nombres aléatoires utilisés pour choisir l'unité Longueur Largeur					
2. Nombre total de plantes					
3. Nombre de plantes infectées par des ravageurs ou maladies					
4. Nombre de plantes endommagées par:					
i. foreurs des tiges					
ii. sauterelles					
iii. rats					
iv. chenilles rouges et velues					
v. autres ravageurs (préciser lesquels)					
vi. rouille					
vii. charbon					
viii. autres maladies (préciser lesquelles)					

+ L'assistant local ne doit pas remplir la colonne "code"

* Fixée pour toute la durée de la campagne

D. OBSERVATIONS SUR LES CINQ PLANTES SELECTIONNEES

	Plante sélectionnée N°:				
	1	2	3	4	5*
<u>Parcelle N° 1**</u>					
1. Hauteur de la plante en cm					
2. Pointages de la rouille:					
3. Intensité du jaunissement/rougissement + i) feuilles centrales ii) feuilles périphériques					
4. Rabougrissement					
<u>Parcelle N° 2**</u>					
1. Hauteur de la plante en cm					
2. Pointages de la rouille:					
3. Intensité du jaunissement/rougissement + i) feuilles centrales ii) feuilles périphériques					
4. Rabougrissement					
<u>Parcelle N° 3**</u>					
1. Hauteur de la plante en cm					
2. Pointages de la rouille:					
3. Intensité du jaunissement/rougissement + i) feuilles centrales ii) feuilles périphériques					
4. Rabougrissement					
<u>Parcelle N° 4**</u>					
1. Hauteur de la plante en cm					
2. Pointages de la rouille:					
3. Intensité du jaunissement/rougissement + i) feuilles centrales ii) feuilles périphériques					
4. Rabougrissement					

* Plante centrale

** Parcelle fixée pour toute la durée de la campagne

+ Légère/modérée/forte

Date: -----

Signature de l'assistant local: -----

ENQUETE PAR SONDAGE POUR ESTIMER L'INCIDENCE DES RAVAGEURS ET
DES MALADIES DU SORGHO EN 19..

	Code ⁺
District _____	
Campagne agricole _____	

FICHE III

(Informations recueillies au moment de la récolte)

A. DONNEES GENERALES

Code⁺

1. Zone		
2. Taluk/Firka/Tehsil		
3. Village		
4. a) Champ N ^o b) Champ "protégé" traité/champ "non protégé", non traité		
5. a) N ^o de Khasra/division cadastrale b) N ^o de subdivision (le cas échéant)		
6. Date de la floraison		
7. Date de la récolte		
8. Nom de l'assistant local		

+ L'assistant local ne doit pas remplir la colonne "code"

B. OBSERVATIONS SUR LES PARCELLES

	Parcelles numéro				
	Code [†]	1*	2*	3	4
1. Nombre total de plantes					
2. Nombre de plantes infestées par des ravageurs ou maladies					
3. i) Nombre total d'épis ii) Nombre d'épis des plantes infestées iii) Nombre d'épis infestés sur des plantes infestées					
4. Nombre d'épis endommagés par: i) Les rats ii) Les foreurs des tiges iii) Les cochenilles de l'épi iv) D'autres ravageurs v) Le charbon vi) D'autres maladies (préciser lesquelles)					
5. Production en g** d'une parcelle de 4m ² (à l'exception des cinq touffes sélectionnées) Poids de grain (humide/sec)					
6. Production en kg et en g** d'une parcelle de 10m x 10m Poids de grain (humide/sec)					

† L'assistant local ne doit pas remplir la colonne "code"

* Fixée pour toute la durée de la campagne

** Arrondi au gramme le plus proche

C. OBSERVATIONS SUR LES EPIS DES CINQ PLANTES SELECTIONNEES

	Parcelle numéro				
	Code ⁺	1*	2*	3	4
1. Nombre total d'épis					
2. Epis sains					
i) Nombre					
ii) Poids de grain (en g)					
iii) Poids de balle (en g)					
iv) Poids de 1 000 grains (en g)					
3. Epis attaqués					
i) Nom du ravageur/de la maladie					
ii) Nombre					
iii) Poids de grain (en g)					
iv) Poids de balle (en g)					
v) Poids de 1 000 grains (en g)					

+ L'assistant local ne doit pas remplir la colonne "code"

* Fixée pour toute la durée de la campagne

Indiquer au milligramme près de la moitié du grain et de la balle

Date: _____

Signature de l'assistant local: _____

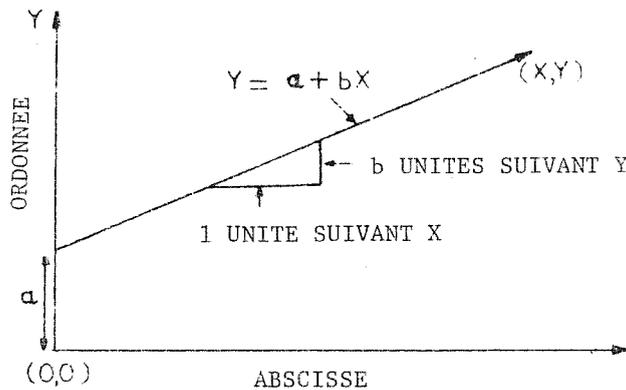
REGRESSION

Une régression peut être linéaire ou curvilinéaire et, par ailleurs, simple ou multiple, selon qu'elle met en jeu une ou plusieurs variables indépendantes. Nous traiterons ci-dessous des régressions linéaires et multiples couramment utilisées dans les programmes d'évaluation des pertes de récolte. Ces deux types de régression sont brièvement décrits ci-après:

Régression linéaire simple

On entend par régression une relation de dépendance d'une variable (Y) par rapport à une autre variable (X). La régression linéaire de (Y) par rapport à (X) permet d'obtenir par le calcul les valeurs de (Y) à partir des valeurs correspondantes de (X). L'équation $Y = a + bX$, dite équation de régression, définit la ligne de régression linéaire, (Y) étant la variable dépendante, (X) la variable indépendante, (b) le coefficient de régression (mesure de la dépendance de (Y) par rapport à (X)) et (a) une constante.

La représentation géométrique de la loi $Y = a + bX$ est une ligne droite, figurant la moyenne mobile des valeurs de (Y); ainsi, un point quelconque (X, Y) de cette droite se trouve défini par une abscisse (X) et une ordonnée (Y), tandis que la valeur (a) correspond à la position sur l'axe (Y) du point d'intersection de la droite, c'est-à-dire, à l'ordonnée à l'origine, et le coefficient (b) à la pente de cette même droite. Aux termes de la relation de régression, une variation d'une unité de (X) entraîne une variation de (b) unités de (Y), soit un accroissement ou une diminution de (Y) pour une variation unitaire de (X). Ces indications sont illustrées par le diagramme ci-après:



Le modèle mathématique de la régression linéaire de (Y) par rapport à (X) repose sur les hypothèses suivantes:

i) A toute valeur sélectionnée de (X) correspond une distribution normale de (Y), parmi lesquelles la valeur-échantillon de (Y) est tirée au hasard. Comme les valeurs de (X) déterminent les populations-échantillons de valeurs de Y, la mesure des (X) ne doit comporter aucune erreur.

ii) La population de valeurs de (Y) associées à une valeur déterminée de (X) se caractérise par une moyenne (μ) située sur la ligne droite $\mu = \alpha + \beta (X - \bar{X}) = \alpha + \beta x$, (α) et (β) étant des paramètres et x l'écart par rapport à sa moyenne.

iii) A l'intérieur de chaque population, l'écart-type de (Y) (mesure de la dispersion) par rapport à sa moyenne $\alpha + \beta x$ a la même valeur, appelée généralement (σ); en d'autres termes on suppose que les (ϵ), écarts des valeurs de (Y) par rapport aux ordonnées de la droite de régression, sont indépendants et distribués suivant une loi normale, avec une variance commune, et que la loi de régression est linéaire. Selon le modèle mathématique $Y = \alpha + \beta x + \epsilon$, où (ϵ) est une variable aléatoire $N(0, \sigma^2)$ normalement distribuée, (Y) est égal à la somme d'un élément aléatoire (ϵ) et d'un élément fonction de x , c'est-à-dire ($\alpha + \beta x$). En vertu de l'hypothèse (ii) ci-dessus, l'élément fonction de x détermine les valeurs moyennes des populations échantillonnées, à raison d'une valeur moyenne par valeur de (X). Ces valeurs moyennes $\mu = \alpha + \beta x$ sont situées sur la ligne de régression de la population. Le paramètre (α) est la moyenne de la population correspondant à $x = 0$; aussi indique-t-il l'ordonnée lue sur la droite pour $x = \bar{X}$, tandis que β définit la pente de la droite de régression, soit le taux de variation de (Y) pour un accroissement unitaire de (X).

Méthode des moindres carrés

Le choix de Y, de la moyenne des valeurs de (Y) et de (b) afin d'estimer respectivement les paramètres (α) et (β) constitue une application d'un procédé fréquemment utilisé dans les problèmes d'estimation statistique, connu sous le nom de méthode des moindres carrés.

Dans le cas du modèle de régression linéaire $Y = \alpha + \beta x + \epsilon$, on estime les paramètres α et β, au moyen des valeurs-échantillons, suivant le principe de la méthode des moindres carrés. Ce principe consiste à rendre minimale l'expression

$$\sum_i^n (Y - y)^2 \quad \text{par rapport à } \alpha \text{ et } \beta,$$

y étant la valeur observée correspondant à la valeur de x. N'importe quel manuel courant de méthodes statistiques décrit la méthode des moindres carrés. L'ouvrage de Snedecor et Cochran (1967) est recommandé à cet égard. Les notations suivantes désignent les valeurs estimées de α et β:

$$\hat{\alpha} = \bar{Y} - b\bar{x}, \quad \hat{\beta} = b$$

Analyse de variance

Puisque les valeurs moyennes de l'échantillon vérifient la loi de régression, celle-ci peut s'écrire $Y - \bar{Y} = b(X - \bar{X})$ ou $Y = \bar{Y} + bx$, (Y) étant le rendement de la culture considérée, (X) la mesure de l'incidence des ravageurs/maladies et (b) le coefficient de régression. Cela signifie qu'un accroissement unitaire de l'incidence des ravageurs ou maladies provoque une diminution du rendement (Y) et de (b) unités. Le tableau d'analyse de variance figure ci-dessous:

Source de variation	Degrés de liberté	Somme des carrés	Moyenne des carrés
X(Régression)	1	$\frac{n}{1} \frac{(\sum xy)^2}{\sum x^2}$ {ou = $R^2 \frac{n}{1} \sum y^2$ }	cf. somme des carrés
(Somme des carrés de la régression)			
Résidu (écart par rapport à la loi de régression)	n - 2	$\frac{n}{1} \frac{(\sum xy)^2}{\sum x^2} - \frac{1}{1}$	somme des carrés {ou = σ^2 } n-2
{ou = somme totale des carrés - somme des carrés de la régression}			
Totalité des données	n - 1	$\frac{n}{1} \sum y^2 = \frac{n}{1} \sum (Y - \bar{Y})^2$	$\frac{n}{1} \sum y^2$ n - 1
{Somme totale des carrés}			

Note: (x) et (y) sont les écarts par rapport aux valeurs moyennes correspondantes; n est la dimension de l'échantillon

$$b \text{ (coefficient de régression de l'échantillon)} = \frac{\frac{n}{1} \sum xy}{\frac{n}{1} \sum x^2} \quad \text{et}$$

$$\hat{V}(b) = \frac{\hat{\sigma}^2}{\frac{n}{\sum_{i=1}^n x_i^2}}$$

$$\hat{V}(Y) = \hat{\sigma}^2 \left\{ \frac{1}{n} + \frac{x^2}{\frac{n}{\sum_{i=1}^n x_i^2}} \right\}$$

$$R^2 = \frac{\frac{n}{\sum_{i=1}^n xy}}{\frac{n}{\sum_{i=1}^n x^2} \frac{n}{\sum_{i=1}^n y^2}}$$

(R²) indiquant la variation de (Y) imputable à (X).

Régression linéaire multiple

On entend par régression multiple une relation de dépendance d'une variable (Y) par rapport à plusieurs variables indépendantes (X). Pour des valeurs données des X_i, les valeurs individuelles de (Y) varient autour de la surface de régression suivant une loi de distribution normale de moyenne (o) et de variance (σ²). Le modèle mathématique prend donc la forme suivante:

$$Y = \alpha + \sum_{i=1}^k \beta_i X_i + \epsilon \quad \epsilon \implies N(0, \sigma^2)$$

Avec un échantillon de n valeurs de (Y, X₁, X₂, ..., X_k), l'équation de régression linéaire multiple s'écrit comme suit:

$$Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_k X_k,$$

relation dans laquelle les b_i sont les coefficients de régression partielle de Y par rapport aux X_i, tels qu'estimés à partir des valeurs-échantillons grâce à la méthode des moindres carrés.

Si X₁ augmente d'une unité, X₂, X₃, X_k demeurant inchangés, alors (Y) prend la valeur

$$\begin{aligned} \bar{Y} &= a + b_1 X_1 + b_1 + b_2 X_2 + \dots + b_k X_k \\ &= Y + b_1 \end{aligned}$$

Ainsi, b₁ mesure la variation de Y consécutive à une variation unitaire de X₁, à valeurs constantes de X₂, X₃, X_k. b₁ est donc appelé coefficient de régression partielle de Y par rapport à X₁ et ainsi de suite.

Analyse de variance

Puisque les valeurs moyennes de l'échantillon vérifient la loi de régression, celle-ci peut s'écrire

$$Y = \bar{Y} + \sum_{i=1}^k b_i (X_i - \bar{X}_i)$$

Le tableau d'analyse de variance concernant la régression multiple établie à partir de n jeux d'observations peut donc prendre la forme suivante:

Source de variation	Degrés de liberté	Somme des carrés	Moyenne des carrés
X (régression)	k	$b_1 \sum_{i=1}^n x_i x, y + \dots + b_k \sum_{i=1}^n x_k y$	$\frac{\text{Somme des carrés}}{k}$
Résidus (écart par rapport à la loi de régression)	n - k - 1	Somme totale des carrés - somme des carrés de la régression	$\frac{\text{Somme totale des carrés} - \text{somme des carrés de la régression}}{n-k-1}$ (ou = $\hat{\sigma}^2$)
Totalité des données	n - 1	$\sum_{i=1}^n y^2 = \sum_{i=1}^n (Y - \bar{Y})^2$ (Somme totale des carrés)	$\frac{\text{Somme totale des carrés}}{n-1}$

Note: (x_i) et (Y) désignent les écarts par rapport aux moyennes correspondantes.

$$R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k b_i (\sum_{i=1}^n x_i y)}{\sum_{i=1}^n y^2}}$$

(coefficient de régression multiple)

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^k C_{1i} \sum_{i=1}^n x_i y}{\sum_{i=1}^n x_i y}$$

$$b_2 = \frac{\sum_{i=1}^k C_{2i} \sum_{i=1}^n x_i y}{\sum_{i=1}^n x_i y}$$

et ainsi de suite.

$$\hat{V}(b_i) = C_{ii} \hat{\sigma}^2$$

$$(b_i b_j) = \hat{\sigma}^2 C_{ij}$$

et

$$\hat{V}(Y) = \hat{\sigma}^2 \left(\frac{1}{n} + \sum_{i=1}^k C_{ii} x_i^2 + \sum_{i < j} C_{ij} x_{ij} \right)$$

dans ces formules (C_{ii}) et (C_{ij}) désignent les éléments de la matrice inverse (cf. Steel et Torrie (1960), p. 277-304 et Snedecor et Cochran (1967) p. 381-418).

Application aux programmes d'évaluation des pertes de récolte

L'équation de régression multiple du rendement par rapport à l'incidence des ravageurs et des maladies observée à différentes époques du cycle végétatif et au moment de la récolte permet d'établir, entre le rendement et l'incidence, la relation nécessaire pour évaluer les pertes de récolte. L'adoption de techniques de mesure normalisées garantit l'absence de toute erreur d'observation et autorise de ce fait l'application de la théorie classique de la régression concernant des variables indépendantes, mesurées sans aucune erreur. Dans ces conditions, on considère le rendement (Y) comme la variable dépendante et l'incidence (X_i) comme la variable indépendante. Bien qu'un grand nombre

de facteurs puissent contribuer à la perte de récolte, certains d'entre eux n'ont vraisemblablement qu'une importance relative; aussi peut-on en faire abstraction lors de l'ajustement des lois de régression et se limiter aux ravageurs et maladies responsables de notables pertes de récolte. Après le choix définitif des variables indépendantes, la loi de régression multiple peut s'écrire comme suit:

$$Y = \bar{Y} + \sum_{i=1}^k b_i (X_i - \bar{X}_i)$$

ou

$$Y = \bar{Y}_0 + \sum_{i=1}^k b_i X_i$$

avec

$$\bar{Y}_0 = \bar{Y} - \sum_{i=1}^k b_i \bar{X}_i$$

On peut interpréter \bar{Y}_0 comme la valeur du rendement en l'absence de toute incidence des ravageurs et des maladies, et à partir de laquelle se mesure la perte de rendement; \bar{Y} représente une moyenne générale du rendement et les "b_i" les coefficients de régression partielle du rendement par rapport aux incidences. Les b_i permettent de connaître les pertes absolues de récolte, pour chacun des accroissements unitaires des incidences (X_i). Par conséquent, les "b_iX_i" mesurent les pertes absolues de rendement imputables aux différents ravageurs et maladies.

En pourcentage l'équation peut s'écrire de la façon suivante:

$$Y = 100 + \sum_{i=1}^k b'_i X_i$$

Si les b'_i sont les pourcentages de diminution du rendement liés à des accroissements unitaires des X_i, les produits des b'_i par les X_i observés indiquent les pertes de rendement en pourcentage dues aux X_i. Aussi la perte de rendement imputable à chacun des ravageurs ou à chacune des maladies et la perte totale de rendement imputable à l'ensemble des ennemis étudiés s'expriment-elles, en termes absolus comme en pourcentage, au moyen des formules suivantes:

Perte de rendement due au ravageur ou à la maladie X_i = b_ix_i

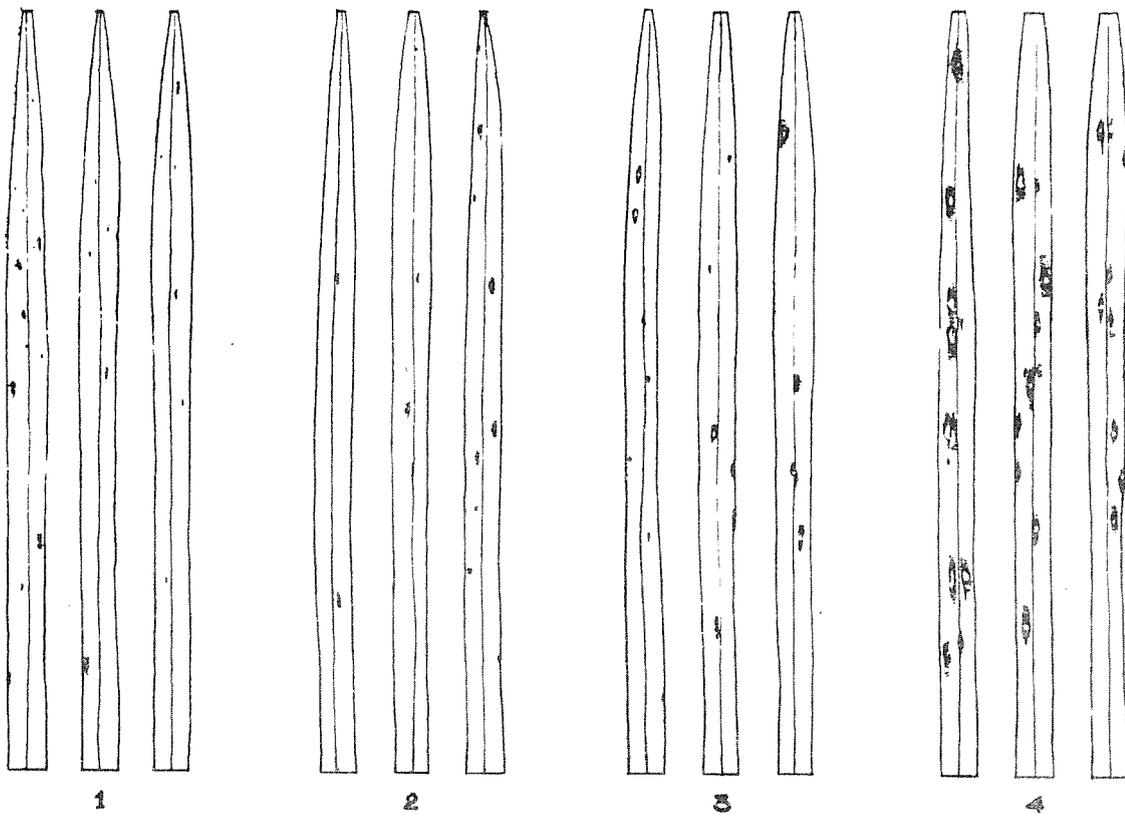
Pourcentage de la perte de rendement due au ravageur
ou à la maladie X_i = $\frac{b_i x_i}{\bar{Y}_0} \times 100$

Perte totale due aux ravageurs
et aux maladies = $\sum_{i=1}^k b_i x_i$

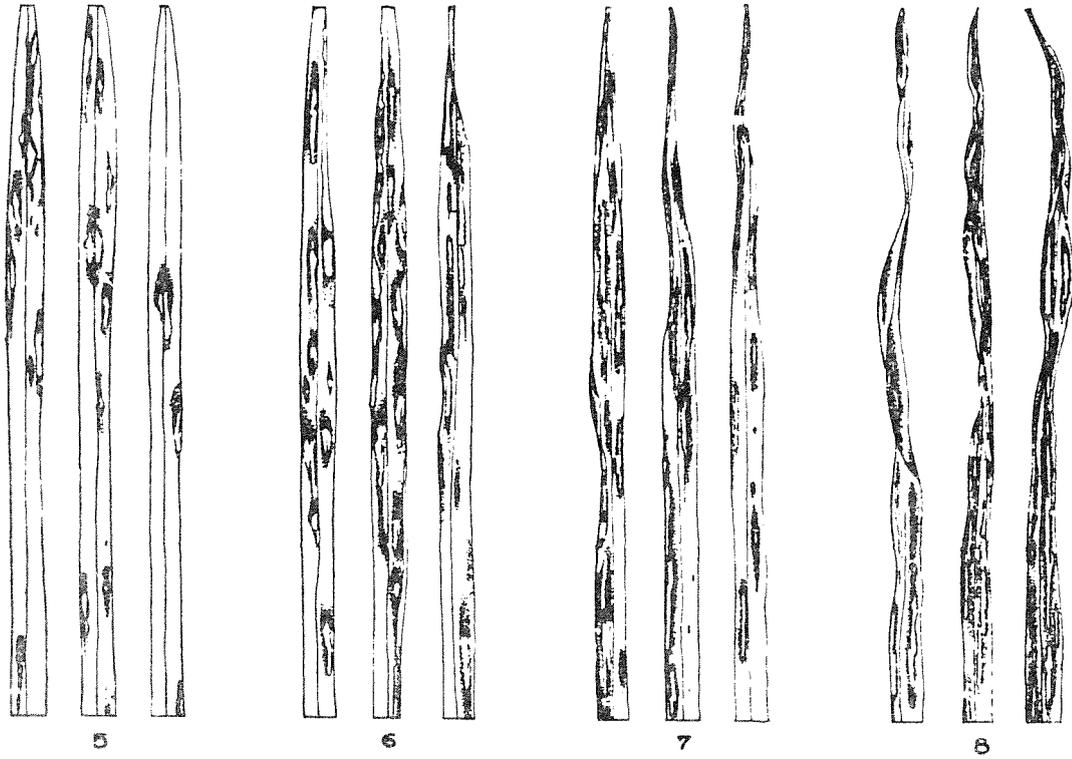
Pourcentage de la perte due aux ravageurs
et aux maladies = $\frac{\sum_{i=1}^k b_i x_i}{\bar{Y}_0} \times 100$

TABLES DE POINTAGE

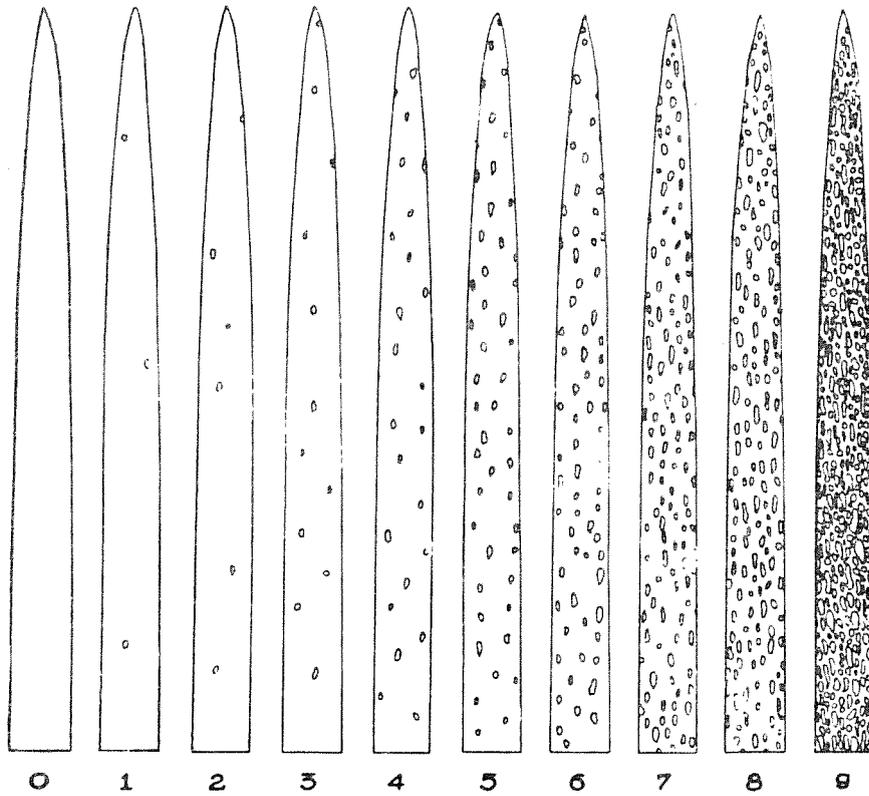
DEGRES D'INFECTION PAR LA PIRICULARIOSE - 1



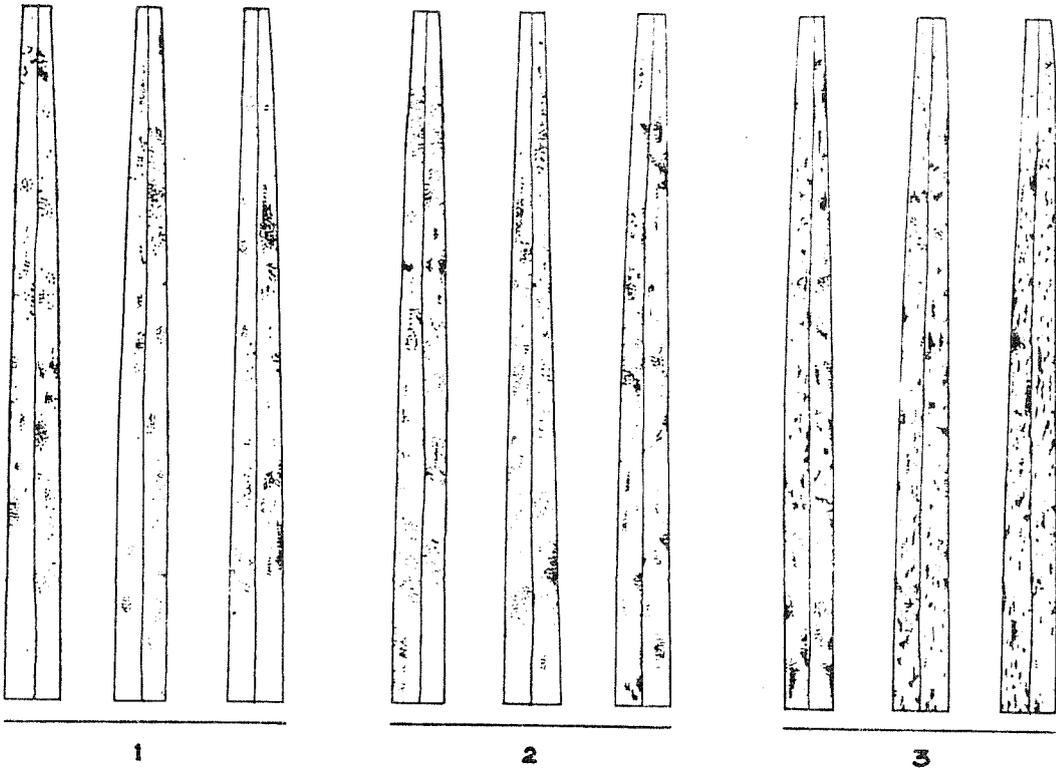
DEGRE D'INFECTION PAR LA PIRICULARIOSE - 2



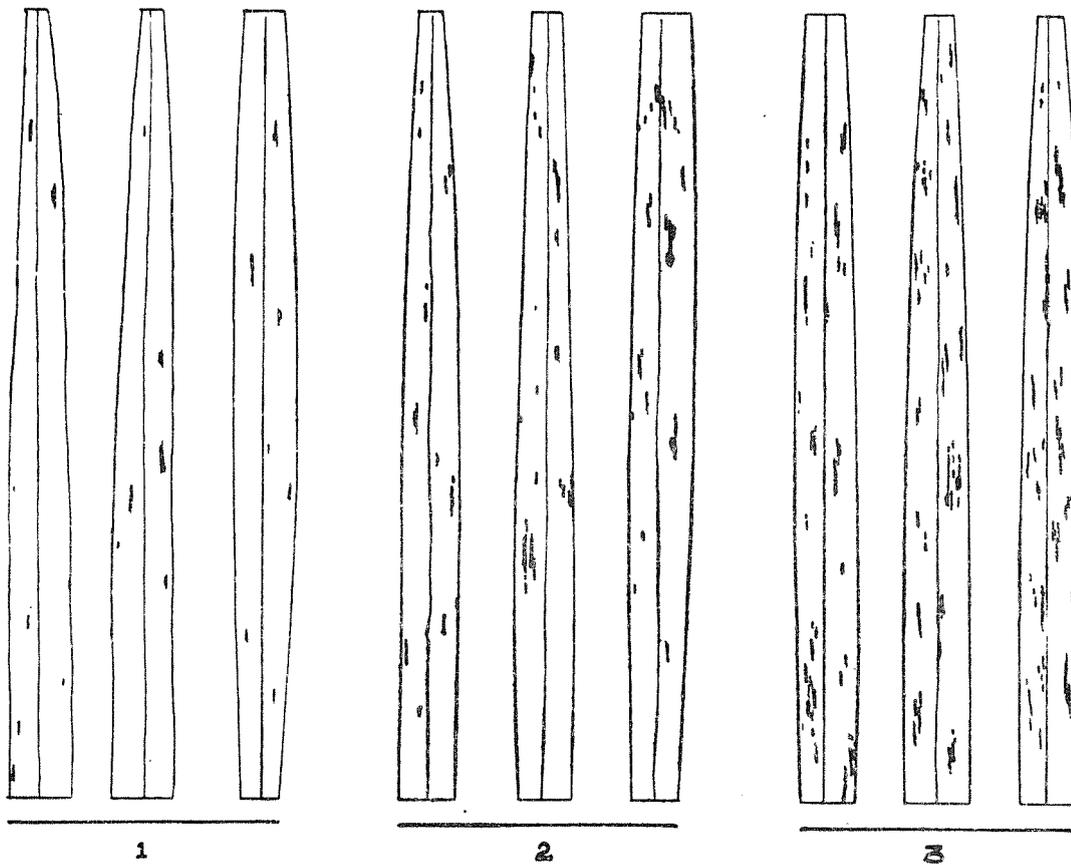
DEGRES D'INFECTION PAR LES TACHES FOLIAIRES DUES A L'HELMINTHOSPORIOSE



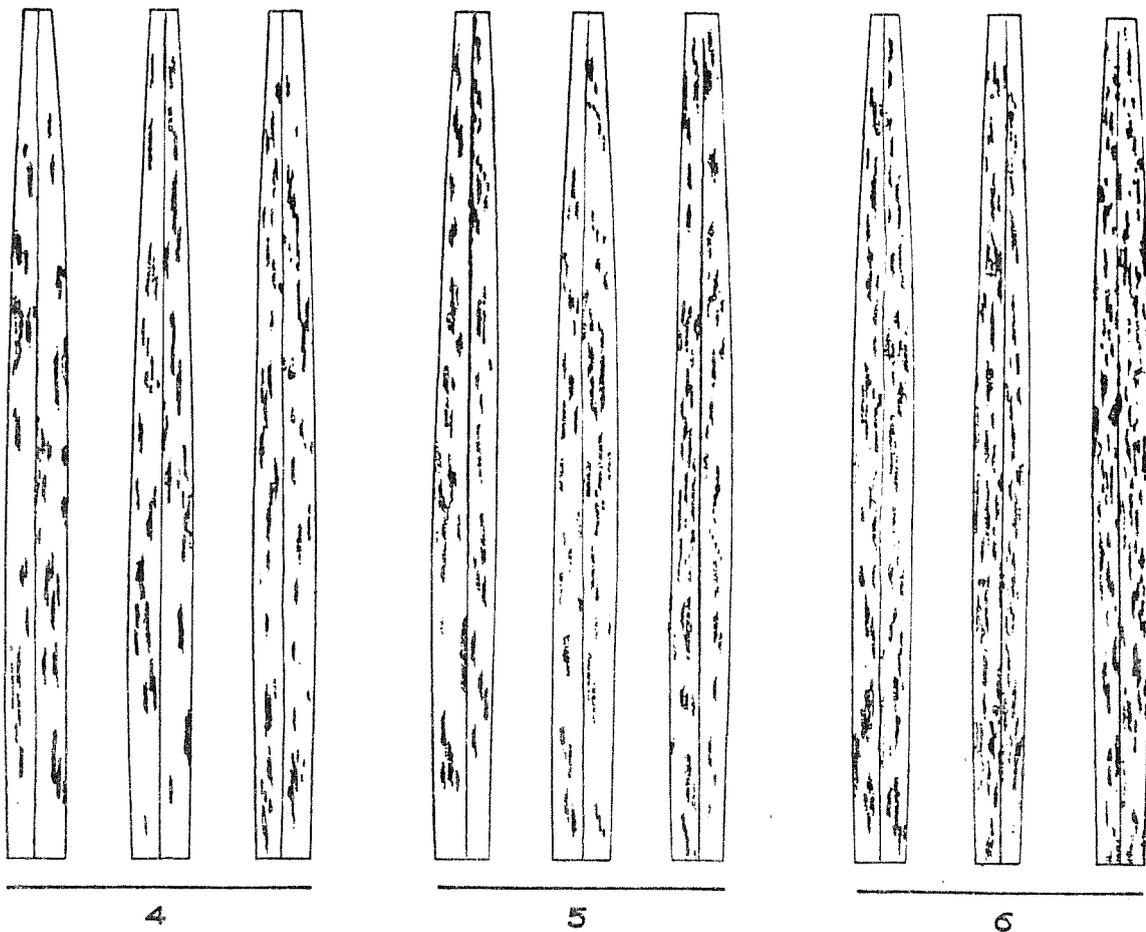
DEGRE D'INFECTION PAR ENTYLOMA ORYZAE



DEGRES D'INFECTION PAR LES TACHES FOLIAIRES DUES A LA CERCOSPORIOSE - 1



DEGRES D'INFECTION PAR LES TACHES FOLIAIRES DUES A LA CERCOSPORIOSE - 2



C.R.R. I.-1959.

ANNEXE VI

ENQUETE PILOTE POUR ESTIMER L'INCIDENCE DES RAVAGEURS ET DES MALADIES DU PADDY

District: _____

Campagne agricole: _____

FICHE I
(Informations générales)

	Code +																	
1. a) Circonscription fiscale b) Zone N ^o																		
2. Taluk/Bloc																		
3. Village																		
4. Superficie du village en hectares																		
5. Superficie du village sous paddy, en ha (dernier chiffre connu)																		
6. Nombre total de divisions cadastrales sous paddy dans le village																		
7. Nom de l'assistant local																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="2">Champ N^o</th> <th colspan="2"></th> </tr> <tr> <th>1A</th> <th>1B</th> <th>2A</th> <th>2B</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> </table>								Champ N ^o				1A	1B	2A	2B	3	4
		Champ N ^o																
1A	1B	2A	2B	3	4													
8. N ^o de division cadastrale et de subdivi- sion (le cas échéant)																		
9. Superficie i) hectares ii) longueur et largeur (en mètres)																		
10. Nom de l'exploitant/du propriétaire																		
	Code + Code + Code + Code + Code + Code +																	
11. Culture précédente																		
12. Fumure de la culture précédente, par hectare i) Type d'engrais ii) Quantité en kg																		
13. Nature du sol i) texture ii) couleur																		

	Champ N ^o					
	1A Code+	1B Code+	2A Code+	2B Code+	3 Code+	4 Code+
14. Topographie (terres basses, moyennes, hautes)						
15. Variété et durée du cycle végétatif en jours						
16. Préparation du sol						
i) description						
17. Fumure de fond (par hectare); indiquer dans l'ordre						
a) type d'engrais						
b) quantité en kg						
c) date						
d) méthode d'application de chaque engrais						
18. i) Ensemencement ou repiquage						
ii) Date						
19. En cas d'ensemencement						
i) méthode						
ii) taux de semis en kg/ha						
20. En cas de repiquage						
Nombre de plantules par poquet						
21. Espacement en cm						
i) Entre les lignes						
ii) Entre les poquets						

22. Croquis de chacun des champs indiquant les dimensions et l'emplacement des parcelles permanentes

Champ 1A	Champ 1B
Champ 2A	Champ 2B
Champ 3	Champ 4

Date: _____

Signature de l'assistant local: _____

+ L'assistant local ne doit pas remplir la colonne "code".

FICHE II

(Relevé mensuel des observations dans un champ donné)

A. EMPLACEMENT		Code +
1.	a) Circonscription fiscale b) Zone N ^o	
2.	Village	
3.	Taluk/Blocs	
4.	Champ N ^o	
5.	N ^o de division cadastrale et de subdivision (le cas échéant)	
6.	Superficie en hectares i) longueur)) en mètres ii) largeur)	
B. DONNEES GENERALES		
1.	Mois	
2.	Conditions météorologiques	
3.	Etat de la culture	
4.	Irrigation a) Moyen b) Nombre d'irrigations c) Précipitations en cm	
5.	Pratiques culturales (cultures intercalaires, sarclage, etc.)	
6.	Fumure (par hectare) i) Type d'engrais ii) Quantité en kg iii) Date iv) Méthode	
7.	Mesures de lutte adoptées i) Pesticide utilisé ou autre mesure prise ii) Quantité iii) Date iv) Méthode	

B. DONNEES GENERALES (suite)

Code +

<p>8. Cas du paddy repiqué/observations visuelles de l'incidence des ravageurs et des maladies dans la pépinière et seulement pendant le premier mois; indiquer le nom de l'ennemi et l'intensité des effets (nulle, légère, modérée, forte).</p> <p>i) Nom</p> <p>ii) Intensité</p>	
--	--

C. OBSERVATIONS SUR LES RAVAGEURS ET LES MALADIES

	Unités-échantillons N ^{OS}			
	1*	2*	3	4
<p>1. Couple de nombres aléatoires utilisés pour choisir l'unité</p> <p style="text-align: center;">Longueur</p> <p style="text-align: center;">Largeur</p>				
2. Nombre total de touffes				
3. Nombre total de talles				
4. Nombre de pousses argentées				
5. Nombre de coeurs détruits				
6. Nombre de pousses centrales allongées				
7. Nombre de talles infectées par le faux charbon				
8. Nombre de talles infectées par la carie				
<p>9. a) Nombre de talles comportant des noeuds infectés par la piriculariose</p> <p>b) Nombre de talles comportant des collets infectés par la piriculariose</p>				
<p>10. a) Nombre de talles comportant des feuilles infectées par l'helminthosporiose</p> <p>b) Nombre de talles comportant des épis infectés par l'helminthosporiose</p>				
11. Nombre de talles coupées par les rats				
12. Nombre de talles détruites suite à l'infestation par la cochenille blanche				

C. OBSERVATIONS SUR LES RAVAGEURS ET LES MALADIES (suite)

	Comptages obtenus par 5 coups de filet				
	1er	2ème	3ème	4ème	5ème
13. Cicadelles					
14. Hispa					
15. Sauterelle					
16. Fulgoridé					
17. Teignes Schoenobious					
18. Teignes Spodoptera					
Unités-échantillons N ^{OS} 1*/2*/3/4	N ^{OS} des touffes sélectionnées				
	1	2	3	4	5**
Nombre de talles					
Hauteur de la touffe en cm					
Nombre de masses d'oeufs de foreurs des tiges					
Effectif de la population larvaire					
a) Chenille légionnaire					
b) Tordeuse des feuilles					
c) Autres					
Nombre de talles détruites par la pourriture de la tige					
Pointages concernant					
la piriculariose					
l'helminthosporiose					
Intensité du *** jaunissement/ rougissement:					
a) feuilles centrales					
b) feuilles périphériques					
Intensité du rabougrissement					

Date: _____

Signature de l'assistant local: _____

- + L'assistant local ne doit pas remplir la colonne "code"
- * Unités-échantillons fixées pour toute la durée de la campagne agricole
- ** Touffe centrale
- *** Légère/modérée/forte.

(Informations recueillies au moment de la récolte)

A. DONNEES GENERALES

	Code +
1. i) Circonscription fiscale	
ii) Zone N ^o	
2. Taluk/Bloc	
3. Village	
4. Champ N ^o	
5. N ^o de division cadastrale et de subdivision (le cas échéant)	
6. Date de la floraison	
7. Date de la récolte	
8. Nom de l'assistant local	

B. OBSERVATIONS SUR LES UNITES-ECHANTILLONS

	1*	2*	3	4
1. Nombre de touffes				
2. Nombre total d'épis				
3. a) Nombre d'épis blanchis dus aux foreurs des tiges				
b) Nombre d'épis partiellement attaqués par les foreurs				
4. Nombre d'épis infectés au collet par la piriculariose				
5. Nombre d'épis pailleux dus à la pourriture de la tige				
6. Nombre d'épis blancs dus à d'autres causes				
7. Nombre d'épis endommagés par les rats				
8. Nombre d'épis infectés par le faux charbon				
9. Nombre d'épis infectés par la carie				
10. Nombre d'épis infectés par l'helminthosporiose				
11. Production totale de l'unité en g/m ²				
a) grain**				
b) paille***				

+ Code

* Fixée pour toute la durée de la campagne

** Non compris les cinq touffes sélectionnées

*** Y compris les cinq touffes sélectionnées

C. OBSERVATIONS SUR LES EPIS DES CINQ TOUFFES SELECTIONNEES

	Unité échantillon N ^o			
	1*	2*	3	4
1. Nombre total d'épis				
2. Epis sains				
i) Nombre				
ii) Poids de grain (en g)				
iii) Poids de balle (en g)				
iv) Poids de 1 000 grains (en g)				
3. Epis attaqués				
i) Nom du ravageur/de la maladie				
ii) Nombre				
iii) Poids de grain (en g)				
iv) Poids de balle (en g)				
v) Poids de 1 000 grains (en g)				

Date: _____ Signature de l'assistant local: _____

* Fixée pour toute la durée de la campagne

ANALYSE DES TRAVAUX EFFECTUES

Pour programmer des mesures phytosanitaires efficaces et peu coûteuses, il importe d'avoir au préalable des estimations sur l'incidence des ravageurs et maladies, et la gravité de l'attaque ainsi que sur les pertes quantitatives de récolte qui en résultent. Plusieurs chercheurs ont entrepris de mettre au point des méthodes à cet effet, et différentes revues ont rendu compte de leurs conclusions. Or, vu le grand nombre de publications consacrées à ce thème partout dans le monde, il est impossible d'en donner une analyse exhaustive. La présente étude se limite donc à une sélection de travaux récents, effectués dans ce domaine sur la base de la documentation dont les auteurs ont eu connaissance. On a mis l'accent sur les méthodes statistiques utilisées pour ces évaluations. La récapitulation succincte ci-dessous est classée par culture et dans l'ordre chronologique.

Riz

Abraham et Khosla (1965) ont tenté de réduire le nombre des variables étudiées et de définir un indicateur unique de l'incidence des ravageurs et des maladies sur le riz, dans les rizières des exploitants. A cet effet, ils ont utilisé la technique de l'analyse des composantes. Il est apparu que 33 à 39 pour cent de la variation totale pouvaient s'expliquer par les fluctuations de l'indice établi pour différentes années. On a par ailleurs défini et comparé mutuellement d'autres types d'indices fondés sur (i) des méthodes de corrélation des rangs, (ii) une méthode proposée par Elston, et (iii) des valeurs normalisées.

D'après les observations de Padmanabhan (1965), la perte de rendement consécutive à un accroissement de 1 pour cent de l'infection du collet atteint généralement 0,4 pour cent pour une variété résistante et 0,98 pour cent pour une variété sensible. La perte estimée de rendement en grain était de 4 pour cent pour une variété résistante, mais s'élevait par contre à 75 pour cent pour une variété sensible.

Abraham et Khosla (1967) ont présenté les résultats d'une enquête pilote par sondage, réalisée dans les rizières des exploitants du district de Cuttack de l'Etat d'Orissa (Inde) pendant la période 1959-1962. La technique d'enquête employée, celle du sondage aléatoire stratifié à plusieurs degrés, a permis d'estimer les pourcentages de perte à environ 11 à 17 pour cent au cours des années en question. On a constaté en outre une diminution du rendement de 0,6 pour cent pour chaque accroissement de 1 pour cent du nombre d'épis blanchis.

Abraham et al (1969) ont étudié l'utilisation du sondage successif dans les enquêtes consacrées aux ravageurs et aux maladies du riz, afin d'améliorer les estimations (i) de l'incidence pendant la deuxième année étudiée, (ii) de changements dans l'apparition de ces ennemis d'une année sur l'autre, et (iii) de l'incidence globale moyenne pendant les deux années. Ils ont examiné la qualité relative de différentes estimations fondées sur un échantillonnage apparié.

Sardana et al (1971) ont cherché à définir la taille d'échantillon nécessaire à chaque degré d'un plan de sondage aléatoire stratifié à plusieurs degrés, à partir des enquêtes pilotes par sondage réalisées dans les Etats riziculteurs d'Orissa, d'Andhra Pradesh et de Tamil Nadu en Inde. Ils ont constaté qu'il serait éventuellement possible, au niveau du district, d'estimer l'incidence des ravageurs et des maladies avec une erreur type inférieure à 10 pour cent, par tirage d'un échantillon de 100 villages, de 4 rizières par village sélectionné et de 2 parcelles carrées de 1 m de côté par champ sélectionné.

Seth et al (1971) ont rendu compte des résultats des enquêtes par sondage concernant la riziculture, menées dans 3 districts, à savoir Cuttack (1959-1962), Thanjavur (1962-1966) et West Godavari (1963-1967) en Inde. Les pourcentages de pertes dues à l'incidence moyenne de l'ensemble des principaux ravageurs et maladies, pendant toute la période étudiée dans le district de Cuttack, ont été respectivement de 13,00, 7,13 et 11,38 pour les variétés à cycle long de sarad, à cycle court de dalus et à cycle

moyen de dalua, avec des erreurs types correspondantes de 2,63, 6,32 et 5,72. Dans le district de Thanjavur le pourcentage global de pertes imputables à l'incidence moyenne de l'ensemble des principaux ravageurs et maladies a atteint respectivement 4,39, 3,25, 10,46 et 3,96 pour les variétés à cycle court et moyen de kuruvai, les variétés à cycle long de samba, ainsi que de thaladi, avec des erreurs types respectives de 1,03, 0,33, 1,65 et 4,15. Enfin, d'après l'enquête menée dans le district de Godavari, le pourcentage global de pertes pour toute la période considérée serait respectivement de 10,57 et 14,43 pendant les campagnes de kharif (variétés à cycle long) et de rabi (variétés à cycle moyen), avec des erreurs types de 2,06 et 2,95. La perte évitable moyenne tout au long des années étudiées, durant la campagne de samba dans le district de Thanjavur, a été estimée à 411 ± 32 kg par hectare, tandis que les pertes dans le district de West Godavari pendant les campagnes de kharif et rabi ont atteint respectivement 76 ± 27 kg et 204 ± 32 kg par hectare. Foreur des tiges (Tryporyza incertulas), cécidomyie (Pachydiplosis oryzae), helminthosporiose (Helminthosporium oryzae) et piriculariose (Pyricularia oryzae) constituaient les principaux ravageurs et maladies.

Selon Naik et al (1972) 14 variétés de riz ont été évaluées du point de vue des pertes potentielles qu'elles risquent de subir en cas d'attaque par la maladie des stries bactériennes causée par Xanthomonas translucens Dowson f. sp. oryzicola (Farn et al) Bradbury. Les variétés "PI 180061" et "BCS" se sont montrées résistantes, "CR 42-38-173", moyennement résistantes, et les 11 autres sensibles. Parmi ces dernières: "Padma", "LET 400", "IRB", "Kalimooch", "JR 285" et "BC6" ont été jugées tolérantes. "Cauvery", "Java" et "IR22" moyennement sensibles et "IR20" ainsi que "Pura 2-21" hautement sensibles.

Singh et al (1973) ont signalé, sur la base d'enquêtes par sondage que la perte moyenne évitable de rendement du paddy pendant la campagne de samba dans le district de Thanjavur et les campagnes de kharif et de rabi dans le district de West Godavari, était respectivement à 411 kg/ha, 76 kg/ha et 204 kg/ha, avec des erreurs types correspondantes de 32,27 et 32 kg/ha. Dans le district d'Aligarh on a évalué 193 ± 63 kg/ha et à 181 ± 48 kg/ha la perte moyenne évitable de rendement de maïs hâtif et tardif. Estimée à 185 kg/ha, la perte évitable de rendement de blé dans le district d'Aligarh n'a pas été jugée statistiquement significative.

Chakrabarti (1974) a étudié les travaux concernant les maladies du riz, à savoir la piriculariose (Pyricularia oryzae Cax) et l'helminthosporiose (Helminthosporium oryzae Bred de Hann) et les pertes de récolte qu'elles ont provoquées en Inde et dans d'autres pays jusqu'en 1972.

D'après Roy (1974) la perte physique moyenne avant la récolte de riz aman, imputable aux rats des champs dans la ferme agricole de l'Institut indien de la statistique à Giridih dans le Bihar méridional, pendant les deux années étudiées, aurait été de 7 pour cent environ. Toutefois, vu sa complexité, la question exige, selon lui, de nouvelles recherches, car l'étendue et le coût des dégâts subis varient suivant la culture, la campagne agricole et la région. En outre, l'absence de méthode normalisée de relevé des observations empêche de comparer valablement les résultats des différents travaux.

Ahmed et Singh (1975) ont étudié l'évolution de la maladie et la perte de rendement due au flétrissement bactérien du riz sur 19 variétés à haut rendement, en utilisant un dispositif avec subdivision de parcelle. L'importance de la perte de rendement imputable à cette maladie a varié de 6,12 pour cent (Cr 44-35) à 74,20 pour cent ("Bala") suivant les variétés considérées.

Chattopadhyay et al (1975) ont indiqué que le pourcentage d'infection du nombre total de grains était calculé plante par plante pour les catégories d'infection dites "brunissure sans stérilité", "brunissure avec stérilité", "stérilité sans brunissure", et que différents taux d'infection et de rendement avaient été relevés pour deux cultivars, à savoir "Tilakachery", variété sensible et "Bhasamanik", moyennement résistante. En cas d'attaque grave, les trois types d'infection ci-dessus ont provoqué en général une perte de rendement. Par contre, pour la variété "Bhasamanik", seule la stérilité sans brunissure des grains a entraîné une perte de rendement, révélant ainsi la résistance relative de ce cultivar à l'helminthosporiose. L'estimation de la perte propre à chaque cas a permis de constater un parallélisme étroit entre l'ampleur de l'infection des grains et la perte de rendement.

Krishnakumari (1975) a traité des problèmes et des difficultés qui entravent la mise en oeuvre des mesures de lutte contre les rongeurs; elle a mentionné notamment que la population de rats en Inde était estimée à 2 400 à 5 000 millions. D'après une communication récente de la Pesticide Association of India (1975), la perte de riz sur pied était de 8 pour cent.

Upadhyay et al (1975) ont signalé que la tordeuse des feuilles Cnaphalocrosis medinalis G. était apparue pour la première fois sous forme épidémique dans le Gujrat en 1971. D'après une étude préliminaire sur la variété "J-280", l'infestation moyenne des feuilles s'est élevée à 73 pour cent et a provoqué en cas de forte infestation une chute de rendement en grain atteignant 13,68 quintaux par hectare et une perte économique d'environ Rs. 1 368/-par hectare. Les observations réalisées à la faveur des essais de résistance variétale ont permis de constater la résistance particulière de la variété "N-19", par comparaison aux autres cultivars, tels que "J-280", "K-118", "Jaya" et "IR-8".

D'après Chakrabarti et Padmanabhan (1976), le mauvais rendement du riz, en particulier lors de la campagne kharif, résulte surtout des fréquents foyers de maladie et pullulations d'insectes ravageurs, d'où la nécessité de ne pas négliger de les combattre. Jusqu'à une date récente les mesures de protection des plantes étaient généralement adoptées seulement après l'apparition de foyers de maladies ou de ravageurs. On tend depuis quelque temps à exercer une surveillance rigoureuse à adopter les mesures voulues avant que la maladie ne s'étende. On recommande de prendre les mesures phytosanitaires selon une approche intégrée. Ainsi, la culture de variétés présentant au moins une résistance moyenne à plusieurs des principaux insectes nuisibles ou maladies, l'instauration de pratiques agricoles adéquates et la mise en place d'un système de surveillance contribueraient non seulement à protéger les cultures, mais réduiraient aussi les coûts. Ces auteurs insistent par ailleurs sur la stricte application des mesures de quarantaine.

Chakrabarti (1977) a signalé l'apparition une année après l'autre de foyers de periculariose et d'helminthosporiose gravées dans des zones endémiques, alors qu'en d'autres endroits ces maladies sont saisonnières. Toutefois, ces observations n'étaient en général pas fondées sur des expériences statistiques ou sur des enquêtes.

Selon Joshi et Bhakta (1977) la réalisation d'essais sur dispositif factoriel a permis, pour les variétés "117-1" et "Gaur-100", de mettre en évidence non seulement des taux supérieurs d'infection par le faux charbon (19,5 et 9,5 respectivement) par rapport à ceux de six autres variétés, mais aussi des pourcentages de perte de rendement également plus élevés (47,8 et 29,2 respectivement). Pour "IR-28", "Ratna" et "Masuri", ils ont observé, dans des conditions favorables d'infection, des rendements comparables et meilleurs que ceux d'autres cultivars.

Khosla (1977a) a proposé trois méthodes d'évaluation des pertes de récolte causées par les ravageurs et les maladies, (i) par l'étude de la régression multiple liant les incidences réelles des principaux ravageurs et maladies du riz, en tant que variables indépendantes et le rendement, en tant que variable dépendante, (ii) par la définition d'un indice à partir des incidences des ravageurs et maladies importants, grâce à la technique de l'analyse des composantes et en ramenant le problème à celui d'une régression linéaire du rendement en fonction de cet indice, et enfin, (iii) par l'adoption de mesures chimiques de protection des plantes afin de limiter l'incidence des ennemis des cultures dans l'un des champs appariés sélectionnés. Après avoir été simplifiées dans toute la mesure possible, les formules ont été appliquées aux données de l'enquête pilote par sondage menée dans l'un des districts riziculteurs. Les pourcentages de perte estimés par étude de la loi de régression et par définition d'un indice ont été respectivement de 19,21 et 20,35 avec des erreurs types de 9,58 et 5,36. L'adoption de mesures phytosanitaires conduit à un pourcentage de perte évitable de 4,68, avec une erreur type de 1,27.

Khosla (1977b) a présenté la méthodologie suivie pour mesurer et estimer l'incidence des ravageurs et maladies, puis évaluer les pertes de récolte en établissant la relation entre les incidences et le rendement du riz.

Singh et al (1977) ont attiré l'attention sur l'importante diminution de la production de riz entier consécutive à la maladie, les pertes allant de 50 à 76 pour cent selon les variétés. Les grains des plantes malades présentaient de médiocres taux d'absorption d'eau, de développement en volume et d'allongement, effets variables suivant la variété et le degré de gravité de la maladie.

Le rapport provisoire sur les obstacles qui s'opposent aux rendements élevés dans les exploitations rizicoles d'Asie, publié par l'IRRI, Philippines (1977), a rendu compte de travaux sur l'incidence des ravageurs et des maladies, travaux qui comportaient des essais d'analyse factorielle menés dans différents pays du Sud-Est asiatique, à savoir Indonésie, Sri Lanka, Thaïlande, Philippines et Taïwan.

Certains essais, menés au moyen de plans de sondage aléatoire par blocs et de plans de sondage avec subdivision de parcelles, ont eu lieu à la Station expérimentale d'Ambasa Mudran (Tamil Nadu) pendant la période 1977/1978 pour étudier l'efficacité des différentes méthodes d'application des insecticides dans la lutte contre les ravageurs et les maladies du paddy. Les résultats de ces essais sont en cours de publication.

De Datta et al (1978) ont rédigé un manuel d'expérimentation/enquête intégrée sur la méthodologie d'étude des contraintes au rendement du riz. La limitation du rendement due à l'incidence des ravageurs et des maladies a également été étudiée au moyen d'essais factoriels et par la technique des enquêtes par sondage.

Blé

Rawat et Sahu (1969) ont signalé l'efficacité particulière dans la lutte contre les ravageurs d'un traitement à raison de 20 kg par hectare de phorate 10 pour cent et de lindane 10 pour cent, appliqué sous les semences et mélangé à ces dernières. Le lindane, mêlé aux semences, a donné de meilleurs résultats contre les ravageurs, permis le rendement le plus élevé, s'est révélé peu coûteux.

D'après l'étude de Nema et Joshi (1971) portant sur cinq variétés de blé, à savoir "NP 884", "NP 852", "Lerma Rojo", "Sonora 64" et "S 227", "Lerma Rojo" est extrêmement sensible à Helminthosporium sativum. Des échelles PK et BA ont été mises au point pour mesurer le degré de gravité de la maladie d'après le nombre et le type de lésions. La réduction de poids des grains a été corrélée au nombre de taches et à l'intensité de la maladie par l'unité de surface de feuille terminale.

Slope et Etheridge (1971) ont fait état de mesures du rendement de blé et de l'incidence du piétin sur des cultures réalisées en six séquences différentes de 4 années, répétées trois années consécutives. La première récolte de blé d'hiver, suite à de l'avoine ou des haricots, avait atteint un rendement (1632-2887 kg/ha) supérieur à celui du blé de printemps consécutif à une culture de blé ou d'orge, tandis que celui du blé de printemps était accru de 250 à 625 kg/ha si cette culture succédait à de l'orge et non à du blé. Les rendements réduits du blé après du blé ou de l'orge étaient dus principalement à la plus grande prévalence du piétin. L'analyse de régression indique que le rendement du blé d'hiver diminue de 0,6 pour cent lorsque la présence de piétin dans le chaume augmente de 1 pour cent; la prévalence de cette maladie était plus forte dans les deuxième et troisième cultures de blé consécutives à celle d'avoine que dans la quatrième culture.

Kishen et al (1972) ont observé, à partir d'une enquête pilote par sondage entreprise dans le district d'Aligarh de l'Etat d'Utar Pradesh pendant la période 1963-1967, que le charançon gujia (Tanymecus indicus Fst) et les termites (Microtermes abesi Holmgr) étaient les principaux ravageurs du blé (Triticum aestivum L.): l'infestation par ces parasites atteignait son point culminant pendant la deuxième quinzaine suivant la date des semailles. Le charançon gujia et les termites avaient endommagé respectivement $14,42 \pm 0,65$ pour cent et $2,08 \pm 0,43$ pour cent des touffes. L'incidence maximum de la rouille brune et de la rouille noire (Puccinia graminis tritici (Pens.) Erikss & P. Henn), principales maladies, avait été constatée pendant la 11ème quinzaine. Durant cette période, les pourcentages d'infestation par l'une et l'autre s'étaient élevés à $14,57 \pm 0,44$ pour cent et $4,49 \pm 0,25$ pour cent respectivement.

James et Shih (1973a) ont rendu compte des relevés lors de trois enquêtes réalisées en Ontario en 1969 et en 1970, concernant l'incidence et la gravité de la maladie du blanc (Erysiphe graminis DC. Ex. Merat, f.sp. tritici Em. Marchal) et de la rouille des feuilles (Puccinia recondita Rob. Ex Desm. f. sp. tritici Eriks.) du blé d'hiver (Triticum aestivum L.). Une équation exponentielle a permis de décrire la relation entre l'incidence (pourcentage de feuilles infectées) et gravité (pourcentage de la surface foliaire touchée) de ces deux maladies sur certaines feuilles. On a constaté qu'une régression linéaire convenait pour estimer la gravité pour des incidences inférieures ou égales à 65 pour cent. La relation incidence/gravité pour chacune des deux maladies a concordé sur une zone géographique étendue, mais présenté des différences entre les deux années en question.

Naik et al (1974) ont indiqué l'existence d'un lien direct entre le rendement et la rouille brune pour les variétés "moti", "HD 4530", "EK 69", "J-1-7", "NP 200", "HP 916", "Hira" et "K-68"; aussi ces variétés ont-elles été classées comme résistantes.

Calpouzus et al (1976) ont décrit une étude détaillée sur les pertes de rendement du blé de printemps dues à la rouille noire du blé provoquée par Puccinia graminis Pers. f. sp. tritici Eriks et E. Henn. Il s'agissait surtout de mettre au point un modèle propre à améliorer les estimations des pertes de rendement imputables à cette maladie.

Salon King (1977a) la perte de rendement de blé due à différentes maladies a varié de pratiquement zéro pour la rouille jaune en 1970, à 7,4 pour cent pour la septoriose en 1972, en Angleterre et au Pays de Galles. L'étude, menée pendant la période 1979-1975, a porté sur environ 300 exploitations choisies au hasard.

Enfin, Zende (1977a) a signalé une diminution de rendement du blé sur parcelle témoin atteignant 41 pour cent par rapport à la production obtenue avec le meilleur traitement.

Orge

Srivastava (1966) a indiqué que les dégâts infligés à l'orge par les rats des champs à l'époque du tallage se situaient entre 5,4 pour cent et 12,47 pour cent. On a calculé que les pertes de rendement étaient de 5,88 pour cent.

Stern (1967) a présenté les résultats de l'étude consacrée à l'expérimentation d'insecticides sur le virus du nanisme jaune de l'orge à Imperial Valley, en Californie, de 1958 à 1963.

D'après King (1972), les pertes annuelles de rendement de l'orge de printemps dues au mildiou en Angleterre et au Pays de Galles (1967-1970) peuvent être estimées à 7-11 pour cent, avec une valeur moyenne de 9 pour cent sur les quatre années étudiées. Par ailleurs, les pertes imputables à la septoriose ont été évaluées à 1 pour cent en 1967, 1968 et 1969 et nulles en 1970. Ces résultats ont été obtenus à partir d'échantillons de 250 à 300 cultures d'orge de printemps (y compris toutes les variétés courantes) prélevés au stade de la maturité laiteuse.

Jenkyn (1974) a indiqué que le mildiou provoquait des pertes de rendement en grain en réduisant le nombre d'épis et la taille des grains (mais non le nombre de grains par épi), les dégâts variant selon la précocité et la gravité de la maladie. En 1971, année marquée par un mildiou précoce et intense, l'enrobage des semences à l'éthirimol à raison de 0,22 kg/litre/ha, ne conférant qu'une protection précoce, a permis néanmoins d'accroître davantage le rendement que des pulvérisations à l'éthirimol destinées à protéger feuille et épi terminaux. En 1972, le traitement a présenté une efficacité supérieure à celle de l'enrobage des semences selon le dosage ci-dessus, car le mildiou au stade des plantules était moins grave.

Jenkyn et Bainbridge (1974) ont signalé que deux essais consacrés aux variétés "Julia" et "Zephir" d'orge de printemps, ont démontré que la propagation du mildiou dans les parcelles traitées dépendait beaucoup de la proximité de cultures non traitées. L'incidence du mildiou présentait de grandes différences entre parcelles car elle est liée à la fois au traitement et à l'éloignement des parcelles voisines. On a constaté que les coefficients de régression du rendement par rapport au mildiou atteignaient des valeurs significatives. Bien que les rendements mesurés sur les parcelles traitées deux fois par

pulvérisation dépassent généralement ceux des parcelles traitées une seule fois, pour un éloignement donné des lots voisins, les différences ne sont pas statistiquement significatives.

D'après les travaux de Bainbridge et Jenkyn (1976), l'utilisation en 1973 et 1974 d'un plan de sondage suivant le principe du Carré Latin, a mis en évidence l'atténuation de la réinfection par le mildiou (Erysiphe graminis f. sp. bordei) des cultures d'orge traitées, lorsque les parcelles sont très espacées. En 1974, les rendements ayant différé entre parcelles contiguës ou non, il est apparu que l'application du traitement à des époques distinctes permettait un accroissement supérieur du rendement.

King (1977) a indiqué, pour les estimations annuelles des pertes de rendement de culture de l'orge dues au mildiou, des valeurs de 5,7 à 13,0 pour cent et de 0,2 à 1,7 pour cent respectivement pour la rouille brune ou pour les taches foliaires, pendant la période 1972-1975 en Angleterre et au Pays de Galles. On a utilisé à cet effet la technique du sondage aléatoire.

Selon une communication de Jenkyn (1978) concernant des observations de 1973, un enrobage des semis combiné à une pulvérisation ou deux pulvérisations successives n'ont pas donné de meilleurs résultats qu'une utilisation systématique du meilleur produit de pulvérisation ou que la plus efficace des pulvérisations simples de tridémorphe effectuée le 1er juin. En 1974, le mildiou s'est développé précocement, les rendements ont augmenté grâce à l'application d'éthirimol pour les semences suivie d'un ou deux traitements au tridémorphe. Des pulvérisations distinctes de captafol et de tridémorphe appliquées successivement aux mêmes parcelles à trois reprises ont permis d'atteindre le meilleur rendement l'une et l'autre année. Le traitement a influé surtout sur le nombre d'épis et a eu quelque effet sur toutes les composantes du rendement. En 1974, on a constaté une relation significative entre le nombre d'épis et la variance du nombre annuel de grains.

Maïs

Chatterji et al (1969) ont signalé l'évaluation, à quatre endroits distincts, des pertes causées par les insectes ravageurs du maïs et en particulier par la pyrale, contre lesquels on avait appliqué des mesures de protection chimique. Aucune différence significative n'est apparue entre traitements constitués de 4 et 6 applications d'endrine, quant au nombre de plantes infestées et au rendement en grain dans la plupart des parcelles. Ainsi on a constaté que la perte évitable moyenne (1965-1966), calculée d'après la différence de rendement des parcelles traitées par 4 applications d'endrine et des parcelles non traitées, se situait entre 24,3 et 36,3 pour cent.

Singh et al (1971a) ont présenté les conclusions d'une étude sur le maïs (Zea mays, L.) consacrée dans le district d'Aligarh en 1964-67 à l'infestation par les principaux ravageurs et aux pertes de rendement qui en résultent. Les pourcentages de plantes endommagées par la pyrale foreuse (Chilo partellus Swinhoe), le charançon gujia (Tamymecus indicus Faust) et la tordeuse (Marasmia trapezalis Guenee) étaient respectivement de 11,38, 34,38 et 7,90 pour le maïs hâtif en 1964-67 et de 14,73, 32,61 et 15,59 pour le maïs tardif en 1964-1966. La chute notable de rendement due à l'infestation par le charançon gujia et par la tordeuse (en ce qui concerne le maïs hâtif) atteignait respectivement 12 pour cent et 3 pour cent. La perte évitable de rendement, telle qu'évaluée pour le district, était dans l'un et l'autre cas de 1,93 et 1,81 q/ha.

Chatterji et al (1972) ont rendu compte de l'évaluation de sept insecticides quant à leur efficacité contre de la pyrale du maïs (Chilo zonellus); il s'agit des produits suivants: lindane, endosulfan (granulés et concentrés émulsionnables), carbaryl (poudre mouillable et granulés), trichlorophon (poudre pulvérisable et granulés), aldicarbe, méphosfolane et carbofuranne en formulation granulaire. Les cultures traitées au méphosfolane et au carbofuranne ont subi des dommages nettement moindres que celles de la parcelle témoin; par ailleurs, le rendement en grains de maïs des parcelles traitées avec ces produits sous forme de granulés s'est trouvé sensiblement accru. Outre ces deux pesticides, l'endosulfan en émulsion et en granulés a également permis d'atténuer l'infestation et d'accroître le rendement de 16,4 pour cent par rapport à celui de la parcelle témoin.

Sharma (1977) a rapporté les essais effectués dans la ferme expérimentale (H.P.) de Bajaura en Inde, au moyen d'un dispositif factoriel; d'après ces travaux la pulvérisation de dithane 2,78 a donné un pourcentage de réduction des pertes de rendement du maïs (variété locale Bassi) respectivement de 29,1 et de 63,4 pour cent pendant la campagne kharif des années 1975 et 1976.

D'après Zende (1978), la brûlure des feuilles du maïs (Helminthosporium) provoque une chute de 42 pour cent du rendement en grain.

Sorgho

Karve (1970) a signalé une perte de rendement en grain de sorgho hybride atteignant 51,71 pour cent suite à l'infestation par la mouche des pousses du sorgho.

Rawat et al (1970) ont indiqué que tous les épis non traités étaient fortement attaqués par les chenilles à raison d'un effectif moyen de 38 insectes par épi. Les effectifs maxima enregistrés l'ont été pour Cydia sp et Ectomyelois sp (30), puis Eublemma sp (6) Heliothis armigera Hb (2) et Euproctis limbata Wlk (1). Par contre, les épis traités étaient pratiquement exempts d'infestation. En l'absence de tout autre ravageur des épis, les pertes de rendement ne peuvent être attribuées qu'aux chenilles. Ainsi, le nombre de grains produits par les épis non traités était nettement inférieur à celui des épis traités, puisque les rendements moyens en grain correspondants ont été de 37,37 g et 28,91 g. De ce fait, la perte de rendement en grain a été estimée à 18,26 pour cent, soit 717 kg/ha. L'endosulfan, le dichlorvos et le carbaryl ont permis d'obtenir les meilleurs rendements (4 785 à 4 797 kg/ha) par rapport à ceux de la parcelle témoin (3 995 kg/ha).

Selon Mistry (1977), les pertes de rendement en quintaux par hectare pendant les campagnes rabi et kharif et imputables à chacun des ravageurs considérés ainsi qu'à leur ensemble s'établissaient comme suit:

<u>Ravageur</u>	<u>Campagne rabi</u>	<u>Campagne kharif</u>
Mouche des pousses	5,98	1,59
Pyrrale	4,48	5,24
Acariens	0,38	4,96
Chenille des épis	0,62	0,66
Puceron	0,13	3,18
Cultures protégées contre tous les ravageurs	-	-
Cultures témoins non traitées	13,51	10,60

Rai et al (1978) ont observé une corrélation négative significative entre l'infestation par la mouche des pousses du sorgho (mesurée en pourcentage de coeurs détruits) et le rendement en grain, évalué à partir d'essais en champ suivant un plan de sondage aléatoire par blocs (1973 et 1974) et un plan de sondage avec subdivision de parcelle (1975 et 1976). On a pu constater le caractère essentiellement linéaire de cette relation. On a estimé les seuils de dommage économique dû à l'infestation par ce ravageur du sorgho en calculant le coût des mesures de protection mettant en jeu deux méthodes, à savoir l'enrobage des semences au carbofuranne et le traitement des sols au disulfon en granulés. Les pertes atteignant respectivement 13 à 20 pour cent et 60 à 90 pour cent, les niveaux d'infestation correspondants ont été évalués à 20 et 90 pour cent.

Soja

Gangrade et al (1967) ont fait état d'une réduction significative du poids des grains de la variété "Bragg", constatée en présence de 10 larves par mètre de ligne de culture, dans tous les cas où les larves de D.obliqua et de S.exiqua avaient détruit respectivement 40 et 25 pour cent de la surface foliaire tandis que celles de H.armigera provoquaient une perte de grain pratiquement totale.

Singh et Gangrade (1974) ont signalé que la photosynthèse étant diminuée par perte de chlorophylle de 85 pour cent des feuilles, le nombre de cosses était réduit dans des proportions de 2,5 à 3 et de 2,7 à 4,5 pour les variétés "Bragg" et "Clarke 63" et le poids des grains inférieur de 24 pour cent et 11,8 pour cent. Aucune perte de la teneur en hydrates de carbone, en protéines et en huile n'a été observée.

D'après Gangrade et Singh (1975), la hauteur limite des plantes infestées est en corrélation négative avec la perte des cosses ($r = -0,755$), le poids des cosses ($r = -0,900$), le nombre de grains ($r = -0,955$) et le poids des grains ($r = -0,625$); on a pu constater la linéarité de la relation entre ces différentes variables.

Selon les mêmes auteurs (1976a/b), la perte a pu être évaluée à 2,33 q/ha pour 53 pour cent des plantes, soit un impact notable pour une densité optimale de 40 000/ha. En raison de l'infestation précoce, 75 pour cent des plantes ont été détruites avant maturité. Bien que l'infestation tardive par les coléoptères n'ait provoqué la mort d'aucune plante, on a constaté chez les plantes saines des poids de cosse et de grain 2,9 et 3 fois supérieurs à ceux des cosses de plantes touchées. Les pertes de poids des cosses et des grains se sont élevées respectivement à 84,4 kg et à 47,2 kg par hectare, pour une infestation moyenne de 8,7 pour cent.

Baira

Zende (1977b) a indiqué que l'oïdium provoquait une perte de rendement en grain atteignant 32,43 pour cent pour la variété sensible "HB-3".

Céréales (en général)

Pradhan (1964) a analysé en détail les travaux consacrés aux pertes de récoltes dues aux ravageurs.

Lors de sa quatrième session tenue à Bagdad en Iraq, en septembre 1968, la Commission des statistiques agricoles pour le Proche-Orient a proposé l'adoption de certains concepts et définitions relatifs à l'estimation des dommages infligés par les ravageurs et les maladies aux céréales sur pied ou entreposées. On a estimé que la coopération entre statisticiens et spécialistes de la protection des plantes permettrait de faire avancer beaucoup les travaux.

A sa deuxième session tenue en décembre 1968 à New Delhi (Inde), la Commission des statistiques agricoles pour l'Asie et l'Extrême-Orient a appelé l'attention des pays concernés sur la nécessité de disposer de statistiques sur les pertes de récolte pour planifier l'accroissement de la production alimentaire. La réunion a étudié la question de l'évaluation des pertes avant et après la récolte et signalé les difficultés rencontrées.

LeClerg et Church (1971) ont étudié respectivement "Les essais en champ sur les pertes de récolte" et "Le rôle de l'enquête par sondage dans l'estimation des pertes de récolte" dans le manuel publié par la FAO sur ce thème.

Ce problème a été examiné lors du Colloque organisé par la FAO en 1967; suite aux recommandations formulées à cette occasion, Chiarappa et al ont préparé et publié en 1971 un manuel sur les "Méthodes d'évaluation des pertes de récolte" qui fournit de précieuses indications dans ce domaine.

James (1971) a préparé une série de tables de pointage des maladies des plantes affectant différentes cultures; lors des travaux entrepris à l'avenir, ces tables permettront de mesurer la gravité des maladies pendant la période de croissance.

Singh et al (1971b) ont effectué une analyse critique de 28 932 essais en champ réalisés pendant la période 1948-1964. Il est apparu que très peu d'essais avaient été faits sur la lutte contre les ravageurs et les maladies, non plus que sur les herbicides.

Joshi et Singh (1972) ont passé en revue les travaux consacrés aux pertes infligées en Inde aux principales cultures vivrières et autres par les ravageurs, les maladies et les plantes adventices, surtout pendant la période allant de 1947 à 1965.

Judenko (1972) a étudié les problèmes de perte économique de rendement ainsi que le seuil de dommage économique. En outre, il a présenté les données sur la perte économique de rendement obtenues au cours d'un essai de lutte contre la mouche des fruits sur le maïs sucré par traitement au phorate, suivant la méthode des plantes appariées. Les pourcentages de perte économique ont atteint respectivement 25,6 et 51,3 dans les parcelles traitées et non traitées.

Webster (1972) a examiné l'importance et le type de pertes de récolte dues aux maladies, les principes économiques, la question de l'évaluation des pertes et les aspects économiques de la lutte contre les maladies. Le chapitre qu'il a rédigé contient également deux tableaux indiquant les pertes de récolte qui se produisent annuellement dans le monde, du fait des ravageurs, maladies et plantes adventices.

Selon James et Shih (1973b), les données recueillies au moyen d'essais d'homogénéité sur des cultures saines et attaquées de blé et d'avoine ont mis en évidence une diminution du coefficient de variation du rendement en fonction de l'augmentation de la parcelle. La parcelle étudiée affectait une forme carrée. L'infection de l'avoine par la septoriose (Septoria) et du blé par l'oïdium ne semblait pas influencer la variabilité du rendement. Il est conseillé d'utiliser des parcelles de longueur supérieure à l'espacement des rangs (si l'on récolte cinq mètres du rang central d'un groupe de trois rangs), afin de déceler des écarts de rendement de 10 pour cent d'un traitement à l'autre.

King (1973) a indiqué que les pourcentages de pertes dues au mildiou observés au Royaume-Uni dans les rendements d'orge et de blé allaient de 6 à 14 (1967-1973) et de 2 à 5 (1970-1973). Trois cents exploitations avaient été sélectionnées par la technique du sondage aléatoire stratifié.

D'après Khosla et al (1973), 13,3 pour cent des 5 762 essais de statistique agricole (contrôles strictement variétaux non compris), réalisés en Inde pendant la période 1965-1970, faisaient appel à l'utilisation d'insecticides et de pesticides sur différentes cultures.

George (1974) a présenté les résultats d'expériences effectuées dans 130 champs sélectionnés en 1972. D'après ses conclusions, les niveaux ainsi observés d'infestation par les pucerons des épis, des tiges et des feuilles des variétés d'hiver ont peu d'effet avant que les grains ne commencent à se remplir, après quoi, la population de pucerons et la durée se conjugant, le rendement baisse.

Golightly et Woodville (1974) ont estimé, à partir des essais réalisés au Royaume-Uni sur le blé et l'orge, que les pertes étaient respectivement de 9 et 12,9 q/ha pour les types de plantes modérément (6-10 galles) et fortement (plus de 10 galles) galligènes. Les quatre catégories (0, 1-5, 6-10 et 10 galles/tige) étant égales en importance, le rendement théorique moyen de 39,4 q/ha a baissé de 5,7 q/ha, soit 12,6 pour cent par rapport au rendement potentiel.

James (1974) a fait le bilan des récents progrès accomplis dans la première phase de la mise au point de méthodes pour évaluer les pertes et a présenté un examen critique d'un choix de communications qui sera certainement utile pour orienter les recherches futures. La plupart des publications récentes sur la méthodologie de l'évaluation des maladies se rapportent aux affections foliaires, en particulier celles des céréales et des pommes de terre, et l'étude récapitulative en question reflète ce déséquilibre.

Kolbe (1974) a établi la relation entre densité de pucerons et rendement, à partir des nombreux essais réalisés entre 1968 et 1972 dans la vallée du Rhin (République fédérale d'Allemagne). Il a constaté qu'une infestation à raison de 20-30 pucerons/épi pouvait provoquer des pertes allant jusqu'à 10 pour cent, chiffre qui peut atteindre 30 pour cent en cas d'attaque prolongée et de densité égale à 150 insectes/épi. Sur la base des résultats obtenus sur cinq ans, Kolbe a indiqué un accroissement de 10 pour cent du rendement (à un niveau d'infestation de 30 pucerons par épi) consécutif à une augmentation de 10 pour cent du nombre de grains/épi et de 4 pour cent du poids de 1 000 grains. On a enregistré des hausses de rendement plus importantes lorsque des mesures de lutte étaient prises précocement.

Ennis et al (1975a) ont étudié qualitativement et quantitativement les pertes dues aux ravageurs. Ils ont également examiné les différentes méthodes (mesures préventives, modifications génétiques, lutte biologique et chimique, façons culturales, etc.) à mettre en oeuvre pour éviter ces pertes.

Ennis et al (1975 b) ont également étudié la nature et l'étendue des pertes imputables à différents ennemis des cultures, notamment les maladies, les nématodes, les acariens, les insectes, les plantes adventices et les vertébrés, oiseaux et rongeurs en particulier. Leur étude donne quelques exemples spécifiques de certains de ces principaux ennemis.

George (1975) a défini, en se fondant sur les résultats d'une expérience menée conjointement par le Royaume-Uni et d'autres pays d'Europe occidentale, le seuil à partir duquel les pulvérisations d'un insecticide se justifient économiquement, compte tenu du stade de croissance d'une céréale et du nombre de pucerons par talle. La technique utilisée a été celle des parcelles appariées, avec répétition.

Urs et al (1975) ont étudié les caractéristiques écologiques, les relations entre espèces, la territorialité et les préférences en matière d'habitat des rongeurs lâchés dans une zone d'élevage de rats. La quantité de nourriture consommée par une population de 22 rongeurs pendant 30 jours et dans les conditions de la zone d'élevage ainsi que le nombre de déjections et de boulettes de poils recueillies de façon continue cinq jours de suite, tel qu'indiqué dans cette communication, donnent une idée de l'ampleur des pertes de denrées alimentaires et de l'intensité de la pollution (quantitativement et qualitativement) qui se produisent constamment en zone rurale et en zone urbaine.

Rijsdijk et Zadoks (1976) ont décrit la relation constatée au moyen de droites de régression entre, d'une part, les dommages causés par la rouille brune ou noire au blé et par la rouille jaune des céréales au blé et à l'orge et, d'autre part, les pourcentages de perte de rendement. Les données utilisées provenaient d'enquêtes ou de publications européennes. Les auteurs traitent aussi de l'épidémiologie et de la prévision des rouilles des céréales, établies au moyen d'un programme de simulation appelé EPISIM.

D'après King (1977c), la valeur de la perte de rendement en grain due au mildiou sur l'orge de printemps a atteint quelque 35 millions de livres sterling en 1976 et 25 millions de livres sterling en 1977. Pour le blé d'hiver, les dommages imputables au mildiou se sont élevés respectivement à environ 7 millions de livres sterling et à 5-6 millions de livres sterling en 1976 et en 1977. Ces évaluations ont été obtenues par la technique du sondage aléatoire stratifié.

Khosla (1977c) a passé en revue et analysé les différentes techniques utilisées pour évaluer les pertes de récolte dues aux ravageurs et aux maladies. L'auteur mentionne aussi les méthodes statistiques adoptées.

Khosla (1977d) a décrit les techniques de régression, simple et multiple, employées pour mettre en relation le rendement et l'incidence des divers ravageurs et maladies.

Khosla (1977e) a passé en revue et analysé les techniques de sondage utilisées pour évaluer les pertes de récolte. Il donne en outre quelques recommandations sur l'emploi des techniques d'enquête par sondage.

Rijsdijk et Zadoks (1977) ont rendu compte des données obtenues au moyen d'une enquête internationale et tirées de la littérature. Un traitement informatique a permis d'établir, au moyen de courbes "isoperte", des cartes d'Europe représentant les pertes moyennes annuelles dues à chacun des ravageurs et maladies des céréales ainsi que des cartes européennes de risque, pour certains ravageurs et maladies, indiquant le risque relatif encouru par les céréales dans chaque zone climatique, en fonction du climat correspondant, les zones de risque identique étant séparées par des courbes dites "isorisque". Les auteurs mentionnent également de nouvelles réalisations en matière

d'enquête sur les maladies, associée à un système d'alerte informatisé pour certaines affections des céréales constatées aux Pays-Bas.

Smith (1977) a recommandé dans une étude que soient entreprises, dans le cadre du programme qu'il a proposé, des enquêtes pilotes suivies d'enquêtes détaillées portant sur la production végétale et sur les pertes de récolte.

Zadoks (1978) a récapitulé les concepts et définitions concernant les rendements, l'incidence et les pertes dues aux maladies. Il a également traité succinctement des aspects statistiques de la question.

Légumes

Bindra et Jakhmola (1967) ont étudié, pendant la période 1964-1965, sur 11 variétés l'incidence de la mouche de la gousse, de l'alucite, de la bruche des légumineuses et d'autres ravageurs ainsi que les pertes ainsi causées. Les pourcentages de pertes dues à ces différentes catégories de ravageurs ont varié respectivement de 6,09 à 10,31, de 1,96 à 4,82, de 0,02 à 0,82 et enfin de 1,41 à 3,92. Les pertes de rendement imputables à l'ensemble des insectes de la gousse allaient de 12,31 à 20,45 pour cent.

Rawat et al (1969) ont comparé la formation de gousses sur les plantes traitées à deux reprises, à intervalle d'une semaine, avec un mélange de diméthoate 0,03 pour cent et d'endrine 0,02 pour cent en proportion 1:1, appliqué à raison de 750 litres par hectare, pour les protéger contre les thrips; sur les plantes non traitées, on a observé une réduction de 36,0 pour cent de la formation de gousses imputable à l'infestation par les thrips.

Srivastava et al (1969) ont constaté, en menant des essais de lutte contre les nématodes au moyen d'un plan de sondage aléatoire par blocs, la nette supériorité d'applications de Nemagon à raison de 6-7 litres par hectare qui détruisent la population de nématodes dans une proportion de 95 à 98 pour cent et donnent le rendement le plus élevé, soit environ quatre fois celui des cultures témoins.

Philpoths et Wallen (1970) ont interprété les photographies infrarouges aériennes en couleur, prises en 1968, de plus de 218 hectares de haricots blancs, représentant 25 champs dans la région de Hensall en Ontario, afin de mesurer le degré de propagation du flétrissement. Ils ont analysé les données recueillies pour estimer les types de pertes subies par le producteur, notamment celles dues au flétrissement. La perte totale par hectare a été évaluée à environ 52 dollars, dont 25 dollars par hectare imputables au flétrissement, soit près de la moitié du total.

James et al (1971) ont constaté lors d'essais suivant un plan de sondage aléatoire par blocs dans l'est du Canada en 1969-1970 que les pertes de rendement réelles et estimées causées par le mildiou de la pomme de terre étaient loin de concorder. Les raisons de l'écart observé font l'objet d'une analyse dans la publication en question.

James et al (1972) ont mis au point une méthode d'estimation des pertes de rendement des tubercules sous l'effet du mildiou, à partir des données recueillies au cours de 11 essais effectués pendant la période 1953-1970 dans l'est du Canada. Une équation de régression multiple a été définie, dans laquelle l'aggravation de la maladie au cours de neuf périodes d'une semaine était considérée comme variables indépendantes et la perte de rendement comme variable dépendante. La loi empirique ainsi établie a servi à estimer la perte de rendement associée à l'une ou l'autre courbe d'aggravation; la perte estimée, calculée au moyen de l'équation et la perte réelle, obtenue par pesée, ont différé de moins de 5 pour cent dans 9 cas sur 10.

Hide et al (1973) ont signalé qu'ils avaient planté à l'occasion d'essais en champ à Rothamsted, de 1964 à 1968, des pommes de terre de semence "King Edward" et "Majestic" qualifiées de "saines", "moyennement" atteintes et "gravement" atteintes, suivant l'extension des taches de la peau. Les plantes issues de tubercules gravement infectés ont levé plus lentement, avaient de fortes tiges et un rendement moindre (de 20 pour cent pour la variété "King Edward" et de 13 pour cent pour la variété "Majestic"). L'infection des semences a également influé sur la répartition des tailles de tubercules; ainsi, les semences gravement infectées de "King Edward" ont donné près de 10 t/ha en moins de

tubercules de 3,2-5,7 cm, et celles de "Majestic" 2,5 t/ha en moins de tubercules de 3,2-5,7 cm et 5 t/ha en moins de tubercules de 5,7-8,3 cm. Toutefois, le rendement total des semences infectées n'a été que légèrement inférieur (de 1,5 t/ha pour la variété "King Edward" et de 2 t/ha pour la variété "Majestic") à celui des tubercules "sains" observés conjointement. Les semences infectées par Oospora pustulans ont souvent donné lieu à une infection accrue des tubercules descendants et à une moindre infection, en général, par Rhizoctonia solani et parfois par Helminthosporium solani.

Dans d'autres séries d'essais, on a comparé des tubercules de semences "King Edward" classés en fonction du nombre de germes vifs apparus en mars. Des grains présentant un, deux, trois germes vifs ou davantage avaient un rendement comparable. Près de la moitié des tubercules dépourvus de germes vifs en mars ont finalement donné une plante, quoique tardive, avec un nombre réduit de tiges et un rendement deux fois moindre que les semences portant au moins trois germes vifs. On a constaté avec étonnement que les tubercules descendants de semences avec ou sans germes vifs ont été les moins infectés par O. pustulans, R. solani et H. solani. L'infection des descendants de semences "King Edward" et "Majestic" de même origine, mais cultivés dans sept exploitations très éloignées les unes des autres, a dépassé en 1963 le niveau atteint en 1964, tout en présentant chaque année de grandes différences d'une exploitation à l'autre.

D'après Hide et al (1973b), les récoltes obtenues à partir de semences gravement infectées ont donné en moyenne un rendement inférieur de 7 pour cent à celui des tubercules sains (de 6,8 pour cent pour la variété "King Edward" et de 0 à 20 pour cent pour la variété "Majestic"). De plus, l'infection des semences atteintes a influé sur la répartition par tailles des tubercules. Ainsi, la variété "King Edward" a donné un peu plus de tubercules atrophiés (3,8 cm) et 3,8 t/ha de moins de tubercules plus gros (5,7 à 8,3 cm). Pour la variété "Majestic", les effets ont été semblables, encore que l'écart ait été moindre. Toutefois, les rendements totaux des semences infectées (non choisies) ont rarement différé significativement des rendements des tubercules sains choisis parmi les descendants des semences en question. Les récoltes obtenues à partir de semences moyennement et gravement touchées présentaient davantage de Corticium sur les tiges et de teignes noires sur les tubercules et, en règle générale, moins de signes d'infection par Oospora pustulans que celles issues de semences saines.

Hirst et al (1973) ont indiqué que les parcelles comportant entre les plantes des espaces choisis au hasard et à des degrés divers, à la levée ou à la floraison, présentaient des rendements décroissants à raison respectivement de 0,332 ($\pm 0,129$ pour cent) et 0,833 ($\pm 0,99$ pour cent) pour chaque suppression de 1 pour cent des plantes. Après suppression de 24 pour cent des végétaux, la loi de régression des pourcentages d'espacement par rapport au rendement a conservé sensiblement son caractère de linéarité.

Griffith et al (1974) ont rendu compte d'essais en champ consistant à planter des tubercules de semences des variétés "King Edward", "Majestic" et "Pentland Crown", classées suivant les catégories suivantes d'incidence des lésions gangréneuses: "semences saines" (absence de lésion), infection modérée, infection grave. En moyenne, le rendement des semences gravement touchées a été de 20 pour cent inférieur à celui des semences saines. L'infection a eu également pour effet d'accroître la proportion des tubercules de petite taille; de ce fait, les pommes de terre issues de semences "King Edward" ont donné en moyenne des rendements inférieurs de 3,5 t/ha en petits tubercules et de 6,3 t/ha en gros tubercules, à ceux des semences saines. Dans le cas de la variété "Majestic", le rendement en petits tubercules a augmenté (2,8 t/ha) et celui en gros tubercules a diminué (11,0 t/ha). Enfin, la variété "Pentland Crown" a été affectée de façon analogue, à raison d'un accroissement de productivité en calibre inférieur (2,0 t/ha) et d'une diminution de productivité en calibre supérieur (9,8 t/ha). Huit essais sur douze ont permis d'observer des rendements de semences infectées non choisies nettement réduits par rapport à ceux des tubercules "sains".

Wallen (1974) a relevé des pertes de rendement pouvant atteindre 50 pour cent sur des parcelles de pois inoculées avec Ascochyta pinodes et Ascochyta pinodella. Six semaines après la plantation, on a observé des réductions de 24 et 14 pour cent dues essentiellement à la fusariose, respectivement à l'Ascochyta pinodes et A. pinodella. Une grave infection foliaire accompagnée de défoliation a provoqué une diminution du nombre et du poids des cosses. Seule une légère chute de rendement a été enregistrée dans les parcelles inoculées avec Ascochyta pisi.

Sakhi et al (1975) ont étudié l'effet de différents fongicides sur l'incidence de l'oïdium chez la courge.

Wallen et Jackson (1975) ont décrit un modèle pour évaluer les pertes de rendement en haricots de plein champ dues au flétrissement bactérien (Xanthomonas phaseoli). Le modèle utilise un coefficient de perte de rendement égal à 38, déterminé à partir de la perte moyenne observée pendant deux années d'essais en champ, compte tenu des résultats d'autres travaux, sur l'incidence de la bactériose dans des champs de haricots cultivés commercialement, telle qu'étudiée au moyen de levés photographiques aériens en infrarouges réalisés en 1968, 1970 et 1972 dans l'Ontario. Les pertes enregistrées dans les cultures de haricots de plein champ atteignaient 1 251 913 kg (46 000 boisseaux) en 1970 et seulement 217 274 kg (8 000 boisseaux) en 1972.

James et al (1976) ont rendu compte des résultats d'essais en champ (plan de sondage aléatoire par blocs) sur l'infection des pommes de terre par Phytophthora infestans étudiant l'importance relative des interférences positives et négatives (surestimation et sous-estimation des pertes de rendement liées aux traitements par fongicide) sur des parcelles traitées au dithane M-45. A Ottawa comme à Charlottetown, on a observé une interférence négative sur les parcelles soumises à des pulvérisations et voisines de parcelles entièrement ou presque entièrement débarrassées de la maladie. A ces deux emplacements, la sous-estimation avait dépassé en importance l'interférence positive correspondante (9 et 22 pour cent respectivement à Ottawa pour 8 et 10 pour cent à Charlottetown). Dans certaines parcelles une épidémie a provoqué une surestimation des pertes sur les pièces de terre traitées au fongicide dans le cadre des mêmes essais, malgré l'application de cinq pulvérisations protectrices. Les parcelles traitées voisines de parcelles saines ont permis de constater une interférence négative dont l'ampleur a dépassé celle de l'interférence positive. Les erreurs de représentativité entre traitements, dues aux phénomènes d'interférence, étaient égales ou supérieures aux erreurs expérimentales correspondantes.

Sohi et Sokhi (1976) ont étudié l'accroissement du rendement des courges lié essentiellement au plus grand nombre de fruits par pied, selon différents traitements. Les traitements à la bavistine et au bénomyl ont donné des fruits comparativement plus lourds. En général, le rendement de la pastèque est demeuré relativement bas.

D'après Krishnaiah (1977), les pourcentages de perte évitable (différence de rendement des parcelles traitées et non traitées) ont atteint des valeurs comprises entre 40 et 56, 49 et 74, 16 et 46, 54 et 66, 44 et 54 et de l'ordre de 20 pour cent dans les cas respectifs des cultures de gombo (cicadelle - février à mai), de gombo (mineuse des fruits - juin à septembre), de tomates (mineuse des fruits), d'aubergines (mineuse des fruits), de choux (chenille phyllogage et pucerons) et de pois (pucerons).

Rawal (1977) a observé une perte de rendement de 37,69 pour cent lorsque l'infection attaque des cultures d'une semaine, mais non celles de six semaines.

Wallen et Galway (1977) ont établi, par des essais avec plan de sondage aléatoire par blocs, des courbes analogues de progression de la maladie, à partir des résultats d'évaluation de l'incidence de la bactériose (Xanthomonas phaseoli) sur les variétés "Sanilac", "Seafarer" et "Kentwood" de haricots de plein champ cultivés dans des parcelles sur trois ans, de 1974 à 1976. Bien qu'importantes, les pertes dues à la bactériose ont présenté des valeurs moyennes sur trois ans assez voisines d'une variété à l'autre ("Seafarer" - 32 pour cent; "Kentwood" - 32,2 pour cent; et "Sanilac" - 33,1 pour cent). L'intensité de la maladie a influencé la croissance du couvert: accélération du processus de maturation et de sénescence et défoliation précoce des plantes infectées. En 1975, année où ont été enregistrées les plus fortes pertes de rendement, on a également constaté les différences les plus grandes dans le développement du couvert entre parcelles témoins et parcelles infectées.

Krishnaiah et al (1978) ont tenté de définir le niveau de dommage économique pour la mineuse du fruit du gombo au stade de la fructification. A cet effet, un plan de sondage séquentiel a permis un échantillonnage des ravageurs simple, fiable et peu coûteux.

Manzer et al (1978) ont étudié les effets du virus S et de deux souches du virus X de la pomme de terre sur les rendements des cultivars "Russet Burbank", "Kennebec" et "Vatahdin" dans le Maine; ils ont utilisé des plans de sondage avec subdivision de parcelle.

Sohi (1978) a rapporté les pertes infligées aux cultures a) de tomates, dues à Phytophthora terrestris (de 18 à 35 pour cent), à Septoria bycoperrici (20 pour cent), au flétrissement bactérien (jusqu'à 90 pour cent) et à la frisolée des feuilles (de 29,8 à 92,3 pour cent); b) de pommes de terre, dues au mildiou (20 à 40 pour cent), à la maladie des taches brunes (20 pour cent), à la frisolée des feuilles (20 à 25 pour cent) et au flétrissement bactérien (30 à 70 pour cent); et c) de piments et de poivrons, dues à la pourriture des fruits (33 à 34 pour cent) et à l'oïdium (35,0 pour cent).

Fruits

Sohi et Sridhar (1973) ont signalé un accroissement de rendement des arbres traités par rapport aux arbres témoins non traités. Un traitement au dithane Z-78 (0,2 pour cent) par pulvérisations mensuelles a permis d'obtenir un rendement supplémentaire de 42,15 kg/arbre, soit un revenu additionnel de Rs. 42,15 par arbre.

Graines oléagineuses

Rawat et Deshpande (1970) ont étudié la nette diminution de hauteur du pied et de rendement imputable au ravageur Laplygma exigua. Les pourcentages de diminution de la hauteur du pied, ainsi que du nombre et du poids des capsules ainsi observés ont été respectivement de 16,0, 46,6 et 44,3.

Vaishampayan et al (1969) ont observé que la mouche du carthame détruit en moyenne $37,5 \pm 6,20$ pour cent des capsules de cette plante. La perte nette de rendement en oléagineux constatée lors de ces travaux atteignait 26,13 pour cent, compte tenu de la récupération de 30,33 pour cent de graines commercialisables restant dans les capsules détériorées.

Jakhmola et al (1973) ont indiqué que les cultures de lin semées à une date précoce subissaient nettement moins de dommages que celles dont les semis étaient tardifs; ainsi, un rendement notablement élevé de 1 027 kg/ha a pu être relevé dans le premier cas. On a observé en effet une corrélation négative ($\gamma = 0,991$) entre la date des semailles et le rendement en grain. Par ailleurs, le degré d'infestation par le ravageur a été corrélé négativement avec le rendement en grain ($r = -0,973$).

Karve et al (1977) ont signalé que les pucerons et Acanthophilus helianthi provoquaient respectivement une chute de rendement de 32 et de 35 pour cent. Le flétrissement foliaire dû à Alternaria carthamia a entraîné une diminution du rendement des carthames allant de 75 pour cent à 85 pour cent, selon la variété considérée et les conditions climatiques.

Selon Narayanasamy et Ramiah (1977), la perte infligée par le virus de la mosaïque annulaire aux cultures d'arachide va de 77,7 pour cent à 100 pour cent du poids des grains, suivant l'âge des plantes à l'époque de l'infection. La sensibilité de la plante diminuant en fonction de son âge et le poids des graines augmentant en fonction de l'âge atteint à l'époque de l'infection, on a établi l'existence d'une relation linéaire entre ces deux variables.

Suryawanshi et Pawar (1977) ont indiqué que les parcelles traitées présentaient des signes d'infestation négligeable par D. sonchi, contrairement aux parcelles non traitées, gravement infestées. L'incidence des autres ravageurs étant négligeable, le nombre total de capsules et le rendement étaient nettement inférieurs dans les parcelles non traitées, par rapport à celles qui l'étaient. Sur les parcelles non traitées, les pucerons ont provoqué une perte de rendement de carthame atteignant 66,45 pour cent.

D'après Singh (1978), la maladie tikka, provoquée par Cercospora sp., a réduit d'environ 25 pour cent la production de cosses d'arachide des cultures plantées en été, chiffre atteignant 40 à 45 pour cent dans les cas des cultures de mousson, selon la variété.

Singh et Rawat (1978) ont signalé que la pyrale du chou avait infesté de 17,54 à 47,82 pour cent (27,65 pour cent en moyenne) des plantes de moutarde au stade de la préfloraison et de 10,00 à 30,50 pour cent (17,50 pour cent en moyenne) des plantes au stade de la floraison/fructification. La population larvaire par plante allait de 1 à 70 au stade de la préfloraison et de 1 à 40 à celui de la floraison/fructification; on a déterminé à chacun de ces stades des pertes nettes de rendement respectivement égales à 5,67 q/ha et 3,82 q/ha.

Cultures de rente

Acharya et al (1957) ont étudié l'efficacité de la sélection systématique des cannes à sucre dans un champ, comparée à la sélection aléatoire en vue de l'estimation de l'incidence des foreurs. Les résultats obtenus ont montré la supériorité de la sélection systématique.

Sen et Chakrabarty (1964) ont estimé la perte de production de thé due aux ravageurs et aux maladies dans les plantations de thé du nord-est de l'Inde, à partir d'enquêtes par sondage. Ils ont utilisé un plan de sondage stratifié à plusieurs degrés, avec remplacement partiel des unités-échantillons au cours des années successives. En ce qui concerne le thé adulte, on a estimé à environ un quintal par hectare la perte globale due aux principaux ravageurs et maladies en 1959 dans la vallée de l'Assam, compte tenu des conditions existantes et des mesures courantes de lutte qui avaient été adoptées. Cette perte correspondait à 5-6 pour cent des cultures saines.

Sen et al (1966) ont décrit les techniques d'échantillonnage utilisées pour estimer le degré d'infestation par les ravageurs dans les plantations de thé et en particulier par l'araignée rouge dans le nord-est de l'Inde. Ils ont montré qu'un échantillonnage systématique des théiers dans une partie de plantation présentait une efficacité au moins égale à tout autre plan de sondage envisagé, pour une même taille d'échantillon. Ils ont également étudié l'avantage éventuel d'un échantillonnage double, obtenu en associant une estimation à vue de l'incidence dans une zone, avec un pointage des théiers d'un sous-échantillon des zones étudiées.

Sen et Chakrabarty (1967) ont estimé la perte de récolte de thé due à une infestation par l'araignée rouge caractérisée par un indice d'incidence de 16,2 pour cent. La méthode des moindres carrés et les techniques mises au point par Wald et Bartlett ont abouti respectivement à des estimations de 139 ± 34 , 141 ± 59 et 124 ± 49 kg/ha.

Tripathi et Bhattacharya (1968) ont chiffré à environ 18 pour cent la perte de rendement en fibre infligée par Apion corchori aux cultures de jute Corchorus capsularis (JRC 212).

D'après Patel et al (1971), la diminution de rendement des cultures de tabac résultant des dommages par infestation de différents effectifs de larves de chenilles phyllophages était comprise entre 326 et 702 kg/ha.

Tripathi et Sri Ram (1972) ont indiqué une chute de rendement en fibre due à l'infestation par la chenille arpeuteuse, allant de 22,47 pour cent à 48,47 pour cent dans le cas des variétés JRO 632 de jute C. olitorius.

Crawford (1973) a donné une table des pertes estimées de production cotonnière consécutives à différentes maladies dans les Etats pratiquant la culture du coton.

Das et Singh (1974) ont signalé une perte de rendement en fibre due à l'araignée jaune allant de 38,3 pour cent à 60,5 pour cent suivant les mesures de protection adoptées en faveur de la variété JRO 878 de jute C. olitorius.

Alexander (1975) a étudié les pertes de canne à sucre consécutives à l'infection par la mosaïque et par le charbon, au moyen d'enquêtes réalisées suivant un plan de sondage aléatoire par blocs.

Alexander et Rao (1976) ont rapporté l'absence de toute différence significative dans le poids et la qualité de suc entre cannes à sucre saines ou atteintes par la mosaïque, en ce qui concerne les trois variétés étudiées.

Selon Alexander et Rao (1977), l'infection secondaire des cannes à sucre par la mosaïque coïncide en moyenne avec l'infection principale aux mois de juin et de juillet, période correspondant également à l'effectif maximum des vecteurs.

Sevacherian et al (1977) ont observé que sur le versant occidental de la vallée de San Joaquin, il suffisait d'une simple application locale d'insecticide aux champs de safran, au moment décisif précédant immédiatement la dispersion du Lygus vers les autres cultures.

Divers

Leath et al (1973) ont constaté la nette supériorité des rendements fourragers des parcelles traitées au bénomyl sur ceux des parcelles non traitées.

D'après Jenkyn (1975), des pulvérisations mensuelles de bénomyl, de septembre à janvier, accroissent survie et production de matière sèche rouge et réduisent le nombre d'apothécies de Sclerotinia trifoliorum. Deux pulvérisations augmentent le rendement en matière sèche l'année de la première récolte, si le traitement a lieu entre octobre et décembre, mais le diminuent lors de la récolte suivante.

Jenkyn et Rawbinson (1977) ont constaté que le traitement par les fongicides de l'oïdium (Brassica napus L. var. napobrassica Peterm) du rutabaga (Erysiphe cruciferarum Opiz ex L. Junell) avait accru le rendement en tubercules dans des proportions respectives de 66, 57 et 45 pour cent en 1974, en 1975 et en 1976. En 1975, le rendement des variétés précoces protégées par pulvérisation contre le mildiou a dépassé celui des variétés tardives, les rutabagas non traités présentant des rendements identiques, quelle que soit la date des semilles. Par ailleurs, l'incidence des maladies à virus a été plus forte sur les variétés précoces. Bien qu'elles aient réduit le nombre de pucerons, les pulvérisations d'insecticides ont eu un impact limité sur l'incidence des maladies virales; elles ont accru notablement le rendement en tubercules observé lors des essais de 1975, mais non en 1976.

Jones et al (1977) ont fait état, à propos du ray-grass, d'une diminution générale du rendement en matière sèche des parcelles infectées pendant la période d'incubation du virus de la mosaïque de cette graminée; des études détaillées du recrû ont confirmé ce phénomène. La chute de rendement due à cette maladie semble résulter avant tout de la diminution de l'activité nette de photosynthèse du couvert (diminution maximum de 50 pour cent) et d'une augmentation conjointe de respiration obscure (augmentation maximum de 50 pour cent). La diminution du tallage (diminution maximum d'environ 30 pour cent) constitue un effet secondaire de l'infection par le virus de la mosaïque du ray-grass qui provoque une modification de la structure du couvert et en particulier une réduction de l'indice de surface foliaire. Dans le cadre de cet essai, la moindre utilisation de la lumière par le couvert de ray-grass a moins contribué à l'abaissement du rendement que la diminution d'efficacité de la photosynthèse des feuilles.

BIBLIOGRAPHIE

1. Abraham, T.P. and Khosla, R.K., 1965 - On the possible use of component analysis technique in pest and disease survey data. J. Indian Soc. Agric. Stat. 17(2): 208-23.
2. Abraham, T.P. and Khosla, R.K., 1967 - Assessment of losses due to incidence of pests and diseases on rice crop, J. Indian Soc. Agric. Stat. 19(1): 69-82.
3. Abraham, T.P., Khosla, R.K. and Kathuria, O.P., 1969, Some investigations on the use of successive sampling in pests and diseases surveys. J. Indian Soc. Agric. Stat. 21(2): 44-57.
4. Acharya, R.C., Prasad, S.K. and Khanna, K.L., 1957, Relative efficiency of systematic sampling for estimation of incidence (stalk-basis) of sugarcane borers in field, Indian J. Sugarcane Res. Dev. 1 (4).
5. Ahmed, K.M. and Singh, R.A., 1975, Disease development and yield loss in rice varieties by bacterial leaf blight, Indian Phytopath. 28(4): 502-7.
6. Alexander, K.C., 1975, Studies on the smut disease of sugarcane: loss in yield and quality, Ph.D. thesis, University of Calicut, Calicut (unpublished).
7. Alexander, K.C. and Rao, Madhusudhana, M., 1976, A note on loss in yield and quality of mosaic infection of sugarcane. Co-op. Sug. 7: 347-49.
8. Alexander, K.C. and Rao, Madhusudhana, M., 1977, Secondary spread and mosaic disease of sugarcane and the effectiveness of insecticide spraying, Sci. Cult. 43: 122-3.
9. Bindra, S.S. and Jakhmola, S.S. 1967, Incidence of and losses caused by some pod infestation insects in different varieties of pigeon-pea (*Cajanus Cajan L.*) (Millsp.). Indian J. Agric. Sci. 37(3): 177-86.
10. Brainbridge, A. and Jenkyn, J.F., 1976, Mildew reinfection in adjacent and separated plots of sprayed barley. Ann. Appl. Biol. 82: 447-84.
11. Calpouzus, L. Roelfs, A.P., Madson, M.E., Martin, F.B., Welsh, J.R. and Wilcoxson, R.D., 1976, A new model to measure yield losses caused by stem rust in spring wheat. Tech. Bull. 307 - Agric. Exp. Stn., Univ. Minn.
12. Chakrabarti, N.K., 1974, Epidemiology of blast and helminthosporium disease of rice. Lecture in Summer Institute on Intensive Rice Production (diseases and pests of rice and their control). Central Rice Research Institute, Cuttack 6 (India) June, 1974.

13. Chakrabarti, N.K., 1977, Studies on epidemiology of blast and brown spot diseases of rice in India. Frontiers of Pl. Sciences, Utkal University, Orissa.
14. Chakrabarti, N.K. and Padmanabhan, S.Y. 1976. Recent trend in control of rice diseases. Prod. Natn. Acad. Sci. India 46: 137-42.
15. Chatterji, S.M., Sarup, Prakash, Bhamburkar, M.W., Marwaha, K.K., Panwar, V.P.S. and Siddiqui, K.H., 1972, Evolution of control schedule for the pests of maize with special reference to the stem-borer (*Chilo ronellus* Swinhoe), Indian J. Ent. 34(2): 142-7.
16. Chatterji, S.M., Young, W.R., Sharma, G.C., Sayi, I.V., Chahal, B.S., Khare, B.P., Rathor, Y.S., Panwar, V.P.S., and Siddiqui, K.H., 1969. Estimation of loss in yield of maize due to insect pests with special reference to losses. Indian J. Ent. 31(2): 109-15.
17. Chattopadhyay, S.B., Chakrabarti, N.K. and Ghosh, A.K., 1975, Estimation of loss in yield of rice due to infection of brown spot incited by *Helminthosporium oryzae*, Int. Rice Comm. Newsl. 24 (2): 1-4.
18. Church, B.M. 1971, The place of sample survey in crop-loss estimation. Crop Loss Assessment Methods, FAO Manual 2.2/1-8, FAO, Rome.
19. Cochran, W.G., 1963, Sampling Techniques, 2nd ed., John Wiley & Sons, New York, London.
20. Crawford, J.L., 1973, Reduction in Yield of Cotton Caused by Parasitic Diseases in 1973, Cotton Disease Council, National Cotton Council of America.
21. Das, L.K. and Singh, B. 1974, Studies on the extent of damage and percent gain over control by yellowmite, *Hemitarsonemus latus* (Banks) on *oltorius* jute crop, Jute Bull. 36(11-12).
22. De Datta, S.K., Gomez, K.A., Herdt, R.W. and Barker, R. 1978, Handbook for an Integrated Experiment Survey Yield, Constraint Methodology (Preliminary draft). International Rice Research Institute, Los Baros, Philippines.
23. Ennis, W.B. (jr.) Dowler, W.M. and Klassen, W. 1975a. Crop protection to increase food supplies, Science N.Y. 188: 59-598.
24. Ennis, W.B. (Jr.), Dowler, W.M. and Klassen, W. 1975 b. Crop protection to increase food supplies, Science, N.Y., 188: (in print).
25. FAO 1971. Crop Loss Assessment Methods, FAO Manual on the Evaluation and Prevention of Losses by Pests, Diseases and Weeds, Chiarappa L. (Ed.), FAO, Rome.
26. Gangrade, G.A. and Singh, O.P., 1975, Soyabean plant response to the attack of *Oberea brevis* Swe. (Col. Cerambycidae) Z. angew. Ent. 79(3): 285-90.
27. Gangrade, G.A. and Singh, O.P. 1976a. Effect of stemfly, *Melanagromyza phaseolo* Tryon), on yield of pods and grains of soyabeans in India. Z. angew. Ent. 80(4):438-41.
28. Gangrade, G.A. and Singh, O.P. 1976b. Assessment of losses to soyabean by *oberae brevis* Swed. (Col.: Cerambycidae) Z. angew. Ent. 81(1): 26-30.

29. Gangrade, G.A., Singh, O.P. and Matkar, S.M., 1967, Soyabean yield losses in relation to damage by varying levels of three lepidopterous larvae. Indian J. Ent. 37(3): 225-9.
30. George, K.S., 1974, Damage assessment aspects of cereal aphid attack in autumn and spring sown cereals. Ann. Appl. Biol. 77: 67-74.
31. George, K.S., 1975, The establishment of economic damage thresholds with particular reference to cereal aphids, Proc. 8th British Insect Fungi. Conf., 79-85.
32. Golightly, W.H. and Woodville, H.C. (1974), Studies of recent out-breaks of saddle gall midge. Ann. Appl. Biol. 77: 97-101.
33. Griffith, R.L., Hide, G.A., Hirst, J.M. and Stedman, O.J. 1974a. Effects of gangrene (Phome exigua) on potatoes, Ann. Appl. Biol. 77:237-50.
34. Hide, G.A., Hirst, J.M. and Stedman, O.J., 1973a. Effects of skin spot (Oospora pustulans) on potatoes. Ann. Appl. Biol. 73: 151-62.
35. Hide, G.A., Hirst, J.M. and Stedman, O.J., 1973b. Effects of black scurf (Rhizoctonia solan) on potatoes. Ann. Appl. Biol., 74: 139-48.
36. Hirst, J.M., Hide, G.A., Stedman, O.J., and Griffith, R.L., 1973, Yield compensation in gappy potato crops and methods to measure effects of fungi pathogenic on seed tubers, Ann. appl. biol. 73: 143-50.
37. Jakhmola, S.S., Kamshak, V.K. and Kaushal, P.K., 1973, Note on the effect of date of sowing and nitrogen levels on the infestation of linseed - bud fly (Daryneura lini Barnes) (Diptera: Cecidomyiidae). Indian J. agric. sci. 43(6): 621-3.
38. James, W.C., 1971, An illustrated series of assessment keys for plant diseases, their preparation and usage. Can. Pl. Dis. Surv. 51(2): 39-65.
39. James, W.C., 1974, Assessment of plant diseases and losses. Ann. Rev. Phytopath. 12: 27-48.
40. James, W.C. and Shih, C.S., 1973a. Relationship between incidence and severity of powdery mildew and leaf rust on winter wheat, Phytopathology 63(1): 183-7.
41. James, W.C. and Shih, C.S., 1973b. Size and shape of plots for estimating yield losses from cereal foliage diseases. Jr. Agric., 9:63-71.
42. James, W.C., Shih, C.S., Hodgson, W.A. and Callback, L.C. (1972). The quantitative relationship between late blight of potato and loss in tuber yield, Phytopathology 62(1): 92-6.
43. James, W.C., Shih, C.S., Hodgson, W.A. and Callbeck, L.C., 1976, Representational errors due to inter-plot interference in field experiments with late blight of potato. Phytopathology 66(6): 695-700.
44. James, W.C., Callbeck, L.C. and Shih, C.S., 1971, Evaluation of a method used to estimate loss in yield for potatoes caused by late blight. Phytopathology 61(12):1471-76.
45. Jenkyn, J.F. 1974, Effects of mildew on the growth and yield of spring barley, 1969-72, Ann. appl. biol. 78: 281-8.
46. Jenkyn, J.F. 1973, Effects of chemical treatments for mildew control at different times on the growth and yield of spring barley, Ann. appl. biol. 88: 369-76.

47. Jenkyn, J.F., 1975, The effect of benomyl sprays on sclerotinia trifoliorum and yield of red clover, Ann. appl. biol. 81: 419-23.
48. Jenkyn, J.F. and Bainbridge, A., 1974, Disease gradients and small plot experiments on barley mildew. Ann. appl. biol. 76: 269-79.
49. Jenkyn, J.F. and Rawbinson, C.J., 1977, Effects of fungicides and insecticides on mildew viruses and root yield of swedes. Pl. Path. 26: 166-74.
50. Jones, M.B., Heard, A.J., Woledge, Jane and Leafe, E.L., 1977, The effect of ryegrass mosaic virus on carbon assimilation and growth of ryegrasses. Ann. appl. biol. 87: 393-409.
51. Joshi, H.U. and Bhakta, T.K., 1977, Working out losses in different promising varieties of rice due to false smut of rice. Annual Report, Gujarat Agricultural University, Ahmedabad, (unpublished).
52. Joshi, N.C. and Singh, Harcharan, 1972. Some major crop losses due to pests, plant diseases and weeds in India, Pl. Prot. Bull., FAO 22(1): 15-26.
53. Judenko, E., 1972, The assessment of economic losses in yield of annual crops caused by pests, and the problem of the economic threshold. Pestic. Abstr. (PANS) 18(2): 186-91.
54. Karve, A.D., 1970, Efficiency of different granular systematic insecticides in controlling sorghum shoot fly. (Atherigona Varia Soccata) Annual Rep. 1969-70, Nimbkar Agric. Res. Inst. Maharashtra, 13.
55. Karve, A.D., Qadri, S.M.H. and Murugkar, V.K., 1977, Resistance of safflower (Carthamus tinctorius) to insects and diseases. Annual Report 1976-77, Nimbkar agric. Res. Inst., Maharashtra 30,34.
56. Khosla, R.K., 1977a. Techniques for assessment of losses due to pests and diseases of rice. Indian J. agric. Sci. 47(4): 171-74.
57. Khosla, R.K. 1977b. Methodology for assessing losses due to pests and diseases of rice in India. Paper presented at All-India Workshop on Assessment of Crop Losses due to Pests and Diseases, organized by FAO/UN/ICAR at the UAS, Bangalore, 19-30 Sept. 1977.
58. Khosla, R.K., 1977c. The designs of field experiments and survey techniques for the estimation of crop loss. Paper presented at the All India Workshop on Assessment of Crop Losses due to Pests and Diseases, organized by FAO/UN/ICAR at the UAS, Bangalore, 19-30 Sept. 1977.
59. Khosla, R.K., 1977d. Regression analysis and their application in crop loss appraisal programmes. Paper presented at All-India Workshop on Assessment of Crop Losses due to Pests and Diseases. (See above)
60. Khosla, R.K. 1977e. Sampling and survey design. Paper presented at all-India Workshop on Assessment of Crop Losses due to Pests and Diseases. (See above).
61. Khosla, R.K., Sardana, M.G., Saksena, M.P. and Sahni, M.L., 1973. Review of agricultural experimentation in India during 1965-70. Indian J. agric. sci. 43(4): 337-40.
62. King, J.E., 1972. Surveys of foliar diseases of spring barley in England & Wales, 1967-70, Pl. Path. 21: 23-35.

63. King, J.E., 1973, Cereal foliar disease surveys, Proc. 7th British Insect Fungi Conf. pp. 771-80.
64. King, J.E., 1977a. Surveys of diseases of winter wheat in England and Wales, 1970-75, Pl. Path., 26: 8-20.
65. King, J.E. 1977b. Surveys of foliar diseases of spring barley in England and Wales, 1972-75, Pl. Path. 26: 21-9.
66. King, J.E. 1977c. The incidence and economic significance of diseases in cereals in England and Wales, Proc. British Crop Prot. Conf. Pests. Dis., 677-87.
67. Kishen, K., Sardana, M.G., Khosla, R.K. and Dube, R.C. 1972. Estimates of the incidence of pests and diseases and consequent field losses in the yield of wheat (Triticum aestivum L.) Indian J. Agric. Sci. 42(10): 908-12.
68. Kolbe, W., 1974, Studies of cereal aphids; their occurrence, effect on yield in relation to density levels and their control, Ann. appl. biol. 77:85-7.
69. Krishnaiah, K., 1977, Methodology for assessing crop losses due to pests of vegetables. Paper presented at the All-India Workshop on Crop Losses due to Pests and Diseases held at the UAS, Bangalore, September 1977.
70. Krishnaih, K., Jagannohan, N. and Ramachander, P.O., 1978, Economic injury level and sequential sampling plans for fruit losses (Earias Vitella Fab.) on okra. Paper presented at the All-India Workshop on Population Ecology in Relation to Insects of Economic Importance held at the UAS, Bangalore, January, 1978.
71. Krishnakumari, M.K., 1975, Integrated rodent control measures in rural areas - problems, solutions and challenges, Proc. All-India Rodent Seminar, Ahmedabad, Sept., 1975.
72. Leath, K.T., Zeiders, K.E. and Byers, R.A., 1973, Increased yield and persistence of red clover after a soil drench application of benomyl, Agron. J. 65: 1008-9.
73. LeClerc, E.L., 1971, Field experiments for assessment of crop losses. Crop Loss Assessment Methods, FAO Manual, 2.1/1-11, FAO, Rome.
74. Manzer, F.E., Merriam, D.C. and Helper, P.R., 1978, Virus S and X effects on yields, Am. Potato J., 55.
75. Mistry, M.C. Assessment of losses due to sorghum pest complex on hybrid jowar in South Gujarat area by individual pest and all pests in combination. (unpublished)
76. Naik, S.L., Nema, K.G. and Patel Sahdeo, 1974, A note on tolerance to leaf rust (Puccinia recondita Rob. ex. Desm.) of wheat. Curr. Sci. 43(6): 181-2.
77. Naik, S.L., Nema, K.G., Kulkarni, S.N. and Shrivastava, P.S., 1972, Susceptibility of rice varieties to the attack of bacterial streak caused by Xanthomonas translucens Dowson of f.sp. Oryzicola (Fang et al) Bradbury, Indian J. agric. Sci. 43(6): 590-4.
78. Narayanasamy, P. and Ramiah, M., 1977, Estimation of yield loss caused by groundnut ring mosaic virus. Madras agric. J. 64:262-5.
79. Nema, K.G. and Joshi, L.M., 1971, Flag leaf susceptibility of wheat to Helminthosporium sativum in relation to grain weight, Ind. Phytopath. 24(3): 526-32.

80. Padmanabhan, S.Y., 1965, Rice blast disease, Symp. Int. Rice Res. Inst., 1963.
81. Patel, H.K., Patel, N.G. and Patel, V.C., 1971, Quantitative estimate of damage to tobacco caused by the leaf eating caterpillar (Prodenia litura F.) Pestic. Abstr. (PANS) 17(2). 202-5.
82. Philpotts, L.E. and Wallen, V.R., 1970, The use of colour infrared aerial photography in estimating loss in white bean production in Huron country, Ontario, 1968, Can. J. Plant Pathol. 5(4).
83. Pradhan, S., 1964, Assessment of losses caused by insect pests of crops and estimation of insect population, Entomology in India, Silver Jubilee Number, Indian J. Ent., April, 1964: 17-58.
84. Rai, Smarjit, Jotwani, M.G. and Jha, D., 1978:
 - (i) Methodology for estimating shootfly damage and grain yield relationship in sorghum, Ind. J. Ent. 40(2):121-5.
 - (ii) Economic injury level of shootfly, Atherigona Soccata (Rondani) on sorghum, Ind. J. Ent. 40(2) 121-5.
 - (iii) Estimation of losses at different levels of shootfly infestation in sorghum, Indian J. Ent. 40(3): 254-60.
85. Rawal, R.D., 1977, Studies on the leaf spot disease of cowpea (Vigna snensis L.) Sani Ex. Husak caused by Soptoria vignicola Rao Ph.D. thesis, Guru Nank Dev. University, Amritsar (unpublished).
86. Rawat, R.R. and Deshpande, R.R., 1970, An assessment of damage and loss by linseed caterpillar (Laphygma exigua H.B.), J. Bombay Nat. Hist. Soc. 67(2): 344-45.
87. Rawat, R.R. and Sahu, H.R., 1969, Chemical control of the wheat stem-fly, Atherigona hitu-berculata Malloch (Muscide: Diptera), by seed furrow application of granular insecticides, Indian J. agric. sci. 4(11): 997-1000.
88. Rawat, R.R., Jakhmola, S.S. and Sahu, H.R., 1970, Assessment of losses of hybrid sorghum 'CSH-1' to earhead caterpillars and comparison of insecticidal controls. Pestic. Abstr. (PANS), 16(2): 367-9.
89. Rawat, R.R., Singh, Zile and Jakhmola, S.S., 1969, Effect of investigation of blossom-thrips on pod setting in pigeon-pea (Cajanus cajan L.), Indian J. agric. sci. 39(7): 623-5.
90. Rijdsdijk, F.H. and Zadoks, J.C., 1976, Assessment of risks and losses due to cereal rusts in Europe, Proc. 4th European and Mediterranean Cereal Rusts Conf., Interlaken, Switzerland, pp. 60-2.
91. Rijdsdijk, F.H. and Zadoks, J.C., 1977, Data banks on crop losses, Proc. Symp. EEC., Luxembourg, pp. 31-8.
92. Roy, Subodh Kumar, 1974, Pre-harvest loss of rice due to field rodents, Eco. Political Wkly. 9(26): 66-67.
93. Sardana, M.G., Khosla, R.K. and Rao, U.M.B., 1971, Sampling techniques for estimation of incidence of pests and diseases in paddy crop, J. Oryza8(1): 1-14.
94. Sen, A.R. and Chakrabarty, R.P., 1964, Estimation of loss of crop from pests and diseases of tea from sample surveys, Biometrics 20(3): 492-508.

95. Sen, A.R. and Chakrabarty, R.P., 1967, Three methods of estimating the loss of tea crop due to red spider mite, Appl. Statist. 16(3): 269-72.
96. Sen, A.R., Chakrabarty, R.P. and Sarkar, A.R., 1966, Sampling techniques for the estimation of incidence of Red Spider mite on tea crop North-East India. Biometrics, 22(3): 385-403.
97. Seth, G.R., Singh, D., Sardana, M.G. and Khosla, R.K., 1971, Report of the pilot sample survey to estimate the incidence of pests and diseases on paddy crop. I.A.R.S.
98. Sevacherian, V., Stern, V.M. and Mueller, A.J., 1977, Head accumulation for timing Lygus control measures in a safflower - cotton complex, J. Econ. Ent. 70(4): 399-402.
99. Sharma, R.D., 1977, Assessment of yield losses due to Helminthosporium turcicum blight disease of maize in Himachal Pradesh. Path. Coll. Agric., Himachal Pradesh Agric. Univ., Solan.
100. Singh, D., Tyagi, B.N., Kathuria, O.P. and Sahni, M.L., 1971a. A survey of agricultural experimentation in India, Indian J. agric. sci. 41(11): 901-13.
101. Singh, D., Tyagi, B.N., Khosla, R.K. and Avasthy, K.P., 1971b. Estimate of the incidence of pests and diseases and consequent field losses in the yield of maize (Zea mays L.), Indian J. agric. sci. 41(12):1094-7.
102. Singh, D., Sardana, M.G. and Khosla, R.K., 1973, Avoidable loss in major crops, Eastern Economist, 60(14): 707-9.
103. Singh, O.P., Srivastava, M.K., Singh, R.V. and Singh, R.M., 1977, Variation in quantitative and qualitative losses caused by bacterial blight in different rice varieties. Indian Phytopath. 30(2): 180-5.
104. Singh, O.P., 1978, Report submitted to Vanaspati Manufacturers' Association of India, Bombay, Rep. 1977-78, Nimbkar agric. Res. Inst., Maharashtra.
105. Singh, O.P. and Gangrade, G.A., 1974, Biology of Diacrisia obliqua Walker (Lepidoptera: Arctiidae) on soyabean and effect of loss of chlorophyll on pod and grain, Res. J. Jawaharlal Nahru Krishi Vishwa Vidyalaya, Jabalpur 8(2): 86-91.
106. Singh, O.P. and Rawat, R.R., 1978, Assessment of losses to mustard by cabbage web-worm, Crocidolomia Binotalis Zell. (Pyralidae: Lepidoptera). PANS (in print)
107. Slope, D.R. and Etheridge, Judith, 1971, Grain yield and incidence of take-all (Ophiobolus graminis Sacc.) in wheat grown in different crop sequences. Ann. appl. biol. 67:13-22.
108. Smith, H.C., 1977, National and area surveys (macro and micro surveillance) for losses and crop production. Proc. of Australian Plant Pathology Society Workshop on Epidemiology and Crop Loss Assessment, New Zealand, pp. 34-43.
109. Snedecor, G.W. and Cochran, W.G., 1967, Statistical Methods, 6th ed., Oxford & IBH Publishing Co., Calcutta.
110. Sohi, H.S., 1978, Some important diseases of vegetables in India and losses caused by them, Lal Baugh J. 23(1): 1-11.
111. Sohi, H.S., Sridhar, T.S., 1973, Chemical control of leaf spot disease of sapota caused by Phaeopslespora indica Chinn. Indian J. Hort. 30(3-4): 553-7.

112. Sohi, H.S. and Sokhi, S.S., 1976, Further studies on the efficacy of different fungicides for control of anthranose of bottlegourd and water melon. Pesticides 10(4): 30-1.
113. Sohi, S.S., Sohi, H.S. and Prakash, Om, 1975, Systematic and non-systematic fungicides for control of powdery mildew on bottlegourd. Pesticides 9(1): 19-20.
114. Srivastava, A.S., 1966. A new method for the estimation of damage to crop by field rates. J. Sci. Tech., Cawnpore (Labdey) 4(3): 197-200.
115. Srivastava, A.S., Gupta, R.L., Singh, Bachcha and Ram, Salik, 1969, Control of Meloidogyne Jayainca attacking brinjal and tomato, J. Sci. Tech., Cawnpore (Labdev) 7-B(1):67-9.
116. Steel, R.G.D. and Torrie, J.H., 1960, Principles and Procedures of Statistics, McGraw Hill, New York.
117. Stern, V.M., 1967, Control of aphids attacking barley and analysis of yield increases in the Imperial Valley, California, J. Econ. Ent. 60(2): 485-90.
118. Sukhatme, P.V., and Sukhatme, B.V., 1970, Sampling Theory with Applications, 2nd rev. edn. Asian Publishing House, Bambay, London, New York.
119. Suryawanshi, D.S. and Pawar, V.M., 1977, Estimation of losses due to aphid Dacynotus sonchi Linn - in yield of safflower, AGRESCO Report 1977-78 (Entomology).
120. Tripathi, R.L. and Bhattachary, S.P., 1968, Estimation of loss in jute fibre yield due to jute stemweevil Apion Corchori Marshall. (Curculionidae - Coleoptera La). Indian J. Agric. Sci., 38(5): 878-88.
121. Tripathi, R.L. and Sri Ram, 1972, Loss in yield due to damage by larvae of jute semi-looper, Anomie sabulifera (Guen.) Lepidoptera. Noctuid. Indian J. Agric. Sci. 42(4): 334-6.
122. Upadhyay, V.R., Desai, N.D. and Shah, A.H., 1975, Extent of damage and varietal susceptibility by rice leaf folder Cnaphalocosis medinalis Guenee (Lepidopterao Noctuid.) in Gujarat, Pesticides 9(5): 27-8.
123. Urs, Yashoda L., Krishnakumari, L.K. and Majumdar, S.K., 1975, Inter specific relationship among commensal rodents. Proc. All-India Rodent Seminar, Ahmedabad, Sept. 1975.
124. Vaishampayan, S.M., Kapoor, K.N. and Rawat, R.R., 1969, Note on assessment of losses to safflower (Carthamus tinctorius L.) by capsule-fly (Acanthiophilus helianthi Rossi) (Diptera: Tephritidae). Indian J. Agric. Sci. 40 (1): 29-31.
125. Wallen, V.R., 1974, Influence of three ascochyta diseases of peas on plant development and yield., Can. Pl. Dis. Surv., 54(3): 869-90.
126. Wallen, V.R. and Galway, D.A., 1977, Bacterial blight of field bean: disease progress, yield loss and crop canopy development in principal cultivars in Ontario, Can. Pl. Dis. Surv., 57: 61-4.
127. Wallen, V.R. and Jackson, H.R., 1975. Model for yield loss determination of bacterial blight of field beans utilizing aerial infrared photography combined with field plot studies. Phytopathology 65(9): 492-8.

128. Webster, J.M., 1972. Economic Nematology Academic Press, New York, N.Y., 563 pp., Chap. I. "Economic Aspects of Crop Losses and Diseases Control", by M.H. Khan.
129. Yates, F., 1960. Sampling Methods for Censuses and Surveys, 3rd Ed., Charles Griffin, London.
130. Zadoks, J.C., 1978. SCHADE Dr. College Voorjaarssemester.
131. Zende, N.J., 1967a. Efficacy of different fungicides in the control of wheat rust in the case of the susceptible variety Macs-9. Report. Nimbkar agric. Res. Inst., Maharashtra (unpublished)
132. Zende, N.J., 1977b. The effect of different fungicides on the downy mildew of bajra. Report, Nimbkar agric. Res. Inst. Maharashtra (unpublished).
133. Zende, N.J., 1978. Agro-Chemicals Testing Project, sponsored by May & Baker (India) Pvt. Ltd. Nimbkar Agric. Res. Inst., Maharashtra (Unpublished).

